

Agradecimentos

Os meus mais sinceros agradecimentos para o meu incansável orientador o Dr. António Luís de Almeida Saraiva pela dedicação, disponibilidade e sentido de orientador de facto. Muito obrigado!

À Senhora Domingas Teresa Dinis Manuel, minha digníssima esposa, companheira e amiga, pela expressiva compreensão e apoio necessário;

Reconhecimento e agradecimento ao Dr. João Dambuca, meu Director e Amigo a quem se deve este curso, pela grande abertura que me concedeu e ambiente de alegria que sempre me proporcionou. Sem ele não seria possível.

Ao Dr. Jacinto Tomé Amaro, Administrador Municipal de Caimbambo, Abertura, disponibilidade e incentivo.

À todos docentes deste Mestrado que dispensaram tudo para dar o seu grande contributo em Angola, sem olhar para o conjunto de vicissitudes que este processo abarca, os melhores agradecimentos!

Ao Senhor José Tchombela, meu Colega e Amigo pela exaustiva ajuda na recolha de variadas bibliografias, os meus mais profundos agradecimentos.

À Administração Municipal da Baía Farta na pessoa do Sr. Bernardo, pela disponibilização bibliográfica.

Aos meus colegas de trabalho na Repartição da Educação Ciência e Tecnologia de Caimbambo pela camaradagem e alegria que me proporcionaram nos momentos mais difíceis.

Ao senhor Fernando Binji “Nando” pela disponibilidade em me acompanhar no trabalho de campo;

Os meus agradecimentos se estendem a todos amigos pelo apoio e incentivo, e também àqueles que de uma forma ou doutra contribuíram para a efectivação deste Curso.

A todos Muito Obrigado!

Samuel Ussanje

Resumo

Com esta dissertação pretende-se identificar, caracterizar e avaliar as instabilidades nas vertentes dos taludes na zona a sudoeste da Baía Farta, Província de Benguela-Angola.

Este problema remete-nos a uma situação de preocupação, considerando os seus efeitos desastrosos, procurando todas as viabilidades para o estudo deste fenómeno, na perspectiva de dirimir os impactos de instabilidades nesta localidade.

É importante para este efeito identificar e caracterizar as formas de instabilidade, descrever os verdadeiros motivos que justificam o movimento do material rochoso nestas vertentes, quer naturais, quer de escavação, como a geomorfologia, a litologia, a estruturação das camadas, a inclinação, a ocupação do solo e a actividade humana, o clima, a cobertura vegetal, o regime hidrológico, que impõem-se na ocorrência de situações de instabilidades.

Procurou-se determinar as formas de estabilização destes taludes e a descrição destas técnicas de mitigação/redução do impacto destes fenómenos.

Para o caso real em destaque é de todo conveniente realizar a avaliação do risco de desmoronamentos e quedas de blocos.

Para a efectivação deste trabalho, recorreu-se a técnicas do ponto de vista de campo, bem como as de gabinete.

Palavras-chave

- Instabilidade de vertentes / taludes
- Análise de instabilidades
- Levantamento de campo
- Ordenamento de território
- Baía Farta (Angola)

Abstract

With this dissertation seeks to identify, characterize and assess the instabilities in the strands of the slopes in the area southwest of Baía Farta, Benguela province-Angola.

This problem leads us to a situation of concern, considering their disastrous effects, looking for all the viabilities study of this phenomenon, with a view to settling the impacts of instabilities in this locality.

It is important to identify and characterize the forms of instability, describe the real reasons for the movement of the Rocky material in these aspects, whether natural or excavation such as geomorphology, lithology, structure of layers, slope, soil occupation and human activity, climate, vegetation cover, the hydrological regime, which impose on the occurrence of situations of instability.

Sought to determine the forms of stabilization of slopes and the description of these techniques for mitigating/reducing the impact of these phenomena.

For the real case highlighted is most appropriate to carry out the assessment of the risk of landslides and falling blocks.

To the gross weight of this work, techniques was used from the point of view of the field, as well as those of staff.

Keywords

- Instability of sheds/trimmers
- Analysis of instabilities
- Field Survey
- Spatial planning
- Baía Farta (Angola)

ABREVIATURAS

	Pág
1- AMBF- Administração Municipal da Baía Farta.....	9
2- AVR- Average vehicle Risk.....	6
3- ISRM- International society of Rocks Mechanic.....	37
4- CDA- Centro de Desenvolvimento Agrário.....	9
5- NIF – Nível Freático.....	37
6- TMH- tráfego médio horário.....	50
7- MDV- Média diária de veículos.....	50
8- MRV- média de risco para um veículo.....	50
9- DDV- decisão da distância de visibilidade.....	51
10- DVP- distância de visibilidade de paragem.....	51
11- JAE-Junta Autónoma de Estradas.....	51
12- DMV- distância Medida de Visibilidade.....	51
13- MF- Masculino e Feminino.....	9
14- F- Feminino.....	9

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Objectivo do estudo	1
1.2. Estrutura do trabalho	1
1.3. Antecedentes do estudo.....	2
2. Enquadramento morfológico e geológico	4
2.1. Enquadramento Geográfico.....	4
Figura 2.1 - Localização da área de estudo.	4
2.1.1. Características climáticas	5
2.1.2. Características demográficas económicas e sociais da área em estudo	9
2.2. Enquadramento Geomorfológico e Geológico	10
2.2.1. Geomorfologia.....	10
2.2.2. Geologia regional.....	10
Figura 2.2 - Carta morfogeológica da região da Baía Farta (Carvalho, 1960).	11
2.2.3. Geologia local	12
Figura 2.3 - Mapa geológico da Bacia de Benguela (Adaptado de Buta-Neto et al., 2006). ..	13
3. Situações de instabilidade de taludes.....	15
3.1. Desmoronamentos	15
3.2. Basculamentos (toppling).....	17
3.3. Deslizamentos.....	19
3.3.1. Deslizamentos rotacionais	20
3.3.2. Deslizamentos translacionais	20
3.4. Escoadas/fluxos.....	24
3.4.1. Fluxo de detritos	25
3.4.2. “Lahars” (fluxo de detritos vulcânicos)	25
3.4.3. Avalanche de detritos.....	26
3.4.4. Fluxo de terra	27
3.4.5. Fluxos lentos de terra (rastejos - creep).....	27
3.5. Espalhamentos laterais.....	28
3.6. Movimentos complexos.....	29
4. Factores que condicionam o processo de instabilidade.....	31
4.1. Condicionantes geológicas, geomorfológicas e antrópicas	31
4.1.1. Litologia	31
4.1.2. Estrutura geológica.....	32

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

4.1.3. Caracterização geométrica das superfícies de descontinuidades	32
4.2. Factores Externos.....	36
4.2.1. Agentes de meteorização	36
4.2.2. Condições hidrogeológicas.....	36
4.2.3. Vibrações.....	38
4.2.4. Actividade biológica.....	38
4.2.5. Actividade humana	39
4.2.6. Escavações	39
4.2.7. Sobrecargas.....	40
4.2.8. Actividade mineira	40
5. Medidas de estabilização dos taludes	41
5.1. Alteração da geometria do talude	42
5.2. Drenagem.....	42
5.3. Estruturas de suporte ou obras especiais	43
5.4. Terra armada.....	44
5.5. Pregagens	45
5.6. Poliesteres expandidos	45
6. Método de avaliação do risco de desmoronamentos e queda de blocos.....	46
6.1. Altura do talude	46
6.2. Situação do talude em relação à estrada	46
6.3. Eficácia da valeta.....	47
6.4. Retenção pelo depósito de vertente	47
6.5. Percentagem média de risco para um veículo	49
6.6. Percentagem de decisão da distância de visibilidade.....	50
6.8. Características geológicas.....	51
6.8.1. Caso 1 – Descontinuidades.....	52
6.8.2. Caso 1 - Atrito das descontinuidades	53
6.8.3. Caso 2 - Erosão diferencial.....	54
6.8.4. Caso 2 – Diferença em proporção dos níveis erodidos	55
6.9. Tamanho dos blocos ou volume do blocos resultantes da ruptura.....	56
6.10. Clima e presença de água no talude	56
6.11. Vegetação	57
6.12. Medidas existentes de estabilização e ou protecção.....	57
6.13. História de desmoronamento e queda de blocos	58

7. Aplicação do método de avaliação do risco de desmoronamentos e queda de blocos.	
Caso real.....	60
7.1. Introdução.....	60
7.2. Altura do talude.....	60
7.3. Situação do talude em relação à estrada.....	60
7.4. Eficácia da valeta.....	60
7.5. Percentagem média de risco para um veículo.....	60
7.6. Percentagem de decisão da distância de visibilidade.....	61
7.7. Largura da estrada.....	61
7.8. Caracterização geológica.....	61
7.9. Caracterização estrutural.....	61
7.10. Diâmetro de bloco ou volume de material desmoronado.....	62
7.11. Clima e presença de água no talude.....	62
7.12. Vegetação.....	62
7.13. Medidas existentes de estabilização e ou protecção.....	62
7.14. História de desmoronamento e queda de blocos.....	62
8. Considerações Finais. Sugestões.....	63
9. Bibliografia.....	64
ANEXOS. FICHAS DE TALUDES.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS	Página
Figura 2.1 - Localização geográfica do da área de estudo.....	4
Figura 2.2 - Carta morfogeológica da região da Baía Farta (Carvalho, 1960).....	11
Figura 2.3 - Mapa geológico da Bacia de Benguela (Adaptado de Buta-Neto et al., 2006)	13
Figura 3.1 – Escala da velocidade a que se desencadeia a instabilização dos taludes (Varnes, 1978).....	15
Figura 3.2 – Escala da velocidade a que se desencadeia a instabilização dos taludes (Varnes, 1996)	15
Figura 3.3 – Tipos de desmoronamento: a) Queda de rocha e de solo; b) Queda de rocha.	16
Figura 3.4 – Basculamentos (Cruden & Varnes, 1996. Adaptado por Highland & Bobrowsky, 2008)	18
Figura 3.5 – Deslizamento rotacional.....	20
Figura 3.6 - Deslizamento rotacional. (Cruden e Varnes, 1996). Adaptado por Highland & Bobrowsky, 2008).....	21
Figura 3.7 - Deslizamento translacional (Cruden e Varnes, 1996). Adaptado por Highland & Bobrowsky, 2008).....	22
Figura 3.8 – Deslizamento em cunha	24
Figura 3.9 - Fluxo de detritos: Cruden e Varnes, 1996). Adaptado por Highland & Bobrowsky (2008).....	25
Figura 3.10 - Lahar.....	26
Figura 3.11 - Avalanche de detritos (Cruden & Varnes, 1996). Adaptado por Highland & Bobrowsky (2008).....	26
Figura 3.12 - Fluxos Lentos de terra (Cruden & Varnes, 1996). Adaptado por Highland & Bobrowsky (2008).....	28
Figura 3.13 - Espalhamentos laterais (Cruden & Varnes, 1996) adaptado por Highland & Bobrowsky (2008).....	29
Figura 3.14 – Espalhamento lateral (Highland & Bobrowsky, 2008)	29

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

Figura 5.1 – Medidas de estabilização	41
Figura 5.2 – Drenagem	43
Figura 5.3 – Estabilização por ancoragens	44
Figura 6.1 – Ilustração da medição da altura de um talude	46

INDICE DE GRÁFICOS	Página
Gráfico 2.1 - Quantidade de precipitação 2000 - 2012: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.....	6
Gráfico 2.2 - Temperatura máxima 2000 - 2012: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.	7
Gráfico 2.3 - Temperatura mínima 2000 - 2012: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.....	7
Gráfico 2.4 - Humidade relativa 2000 - 2012: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.....	8
Gráfico 2.5 - Pressão atmosférica 2000 - 2012 (Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica).....	8

ÍNDICE DE TABELAS	Página
Tabela 2.1 - Média de temperatura e de precipitação, de Benguela (Instituto Nacional de Hidrometeorologia	5
Tabela 2.2 - População do Município da Baía Farta (AMBF,2011 Perfil do Município).....	9
Tabela 4.1 - Classificação da abertura da descontinuidade (ISRM, 1978).....	34
Tabela 4.2 - Classificação da continuidade.....	34
Tabela 4.3 - Classificação do espaçamento entre as fracturas ou grau de fracturação (ISRM,1984).....	35
Tabela 4.4 - Classificação das fracturas quanto à rugosidade (ISRM 1978).....	35

1. Introdução

O problema dos riscos naturais não é uma questão isolada de Angola e constitui sim um assunto de todos os cantos da superfície terrestre que se manifestam com maior ou menor intensidade e frequência de acordo com as condições geológicas, geomorfológicas, climáticas e a ocupação das áreas sensíveis pelas populações. A província de Benguela observa um grande crescimento do ponto de vista demográfico e de infra – estruturas, principalmente nas zonas urbanas do litoral.

O estudo da instabilidade dos taludes nesta fase de crescimento, embora não existam parâmetros que ajudem a determinar este incremento, considerando que já faz algum tempo que não se realizam levantamentos demográficos, reveste-se de uma grande importância, na medida em que nestas zonas se encontram – colinas com uma cota que pode atingir os 100 metros, constituídas por arenitos, calcários e conglomerados. É nesta perspectiva que se justifica a realização de trabalhos deste género nesta região.

As instabilidades são, frequentemente, influenciadas pela presença de água e pelas acções antrópicas, que vão alterando a geometria dos taludes, diminuindo certamente a coesão rochosa destas zonas, o que possibilita a ocorrência de situações de instabilidade.

1.1. Objectivo do estudo

Este trabalho está versado para o estudo da instabilidade dos taludes naturais da Baía Farta, com objectivo de avaliar a susceptibilidade de queda de blocos, sua caracterização, tipologia e propor medidas correctivas de modo a permitir disponibilização dos dados à Administração Municipal (órgão competente) para que os mesmos possam ser tidos em consideração na elaboração dos próximos planos directores do Município da Baía Farta. Tal irá possibilitar prevenir e/ou remediar o perigo que este troço da via de comunicação representa, principalmente para os utentes da rodovia Baía Farta – Macaca.

Para a realização deste trabalho foram seleccionados locais com evidências da ocorrência de fenómenos de instabilidade.

Foram estudadas as áreas de instabilização em taludes considerando a sua identificação, a caracterização geológica e estrutural das formações instabilizadas e análise das influências das acções antrópicas nesta localidade.

1.2. Estrutura do trabalho

Este trabalho comporta seis capítulos: sendo que o primeiro apresenta a abordagem sobre a introdução ao estudo, o segundo abrange o enquadramento geográfico e geomorfológico e

geológico da área em estudo, o terceiro abrange a revisão bibliográfica, fazendo uma abordagem referente a classificação das instabilidades; o quarto capítulo relata as causas em que se baseiam as ocorrências de diversos tipos de movimentos de terra e rocha e no quinto são tratados os aspectos geográficos e geológicos, o declive, o coberto vegetal, a ocupação do solo e a influência antrópica para a ocorrência de movimentos de vertentes da área em estudo; o sexto capítulo abarca as medidas de estabilização de taludes o sétimo apresenta os métodos de avaliação do risco de desmoronamentos e queda de blocos e o oitavo faz referência à aplicação do método de avaliação do risco de desmoronamentos e queda de blocos, caso real da área em abordagem, onde serão discutidos e analisados os resultados da investigação. Seguidamente apresentamos as constatações/conclusões e obviamente as devidas sugestões.

1.3. Antecedentes do estudo

Malheiro (1881), Choffat & Lorient (1888) e Choffat (1887, 1895-1898, 1905) desenvolveram estudos na bacia de Benguela.

Até à Primeira Grande Guerra, destaca-se, entre outros, o estudo de J. W. Gregory (1916) intitulado “ Contributions to the geology of Benguela”.

Fernando Mouta e Henrique O’Donnell realizaram os primeiros estudos abrangentes da geologia de Angola. Logo depois viria aparecer a Missão Geológica de Angola. Estes autores apresentaram no Congresso Internacional de Geologia, de 1933, em Washington, a “Carta Géologique de l’Angola”, acompanhada de uma extensa notícia explicativa (Mouta & O’Donnell, 1933) Este trabalho veio a ser reformulado e reeditado por F. Mouta (1954) sob o título “Notícia explicativa do esboço geológico de Angola na escala de 1: 2 000 000” (Brandão, 2008 in Passassi).

Na sequência destes estudos, denota-se o grande contributo de Mariano Feio (1946, 1960) com as obras intituladas, respectivamente “O relevo de Angola segundo as interpretações de Jessen e de Veatch” e “As praias levantadas da região do Lobito e da Baía Farta”, onde o autor sublinhou os extensos depósitos de praias levantadas da Baía Farta; e as de M.G. Mascarenhas Neto (1956, 1960, 1961), numa nota acerca da Caracterização Geoambiental e Perspectivas de Ordenamento da Faixa Litoral do Município da Baía Farta (Angola), publicadas nas décadas de 40 a 60 do séc. XX.

Ainda no âmbito da investigação, G. Soares de Carvalho (1960, 1961) desenvolveu uma pesquisa de grande relevância sobre “Problemas dos Terraços Quaternários do litoral de Angola”, em que realçou os terraços da região da Ponta do Sombreiro – Cuio.

Na década de 60, foi desenvolvido o trabalho de Paleontologia de A. Ferreira Soares (1961) sobre “Lamelibrânquios do cretácico da região de Benguela-Cuio (Angola)”, seguido de elaboração de mapas (Boletim dos Serviços de Geologia e Minas de Angola). Este último trabalho foi impresso na revista “Memórias e Notícias” do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, Callapez, et al. (2008, 2011).

Isabel Medeiro (1982) realizou o estudo da pesca no litoral de Angola ao sul de Benguela, no âmbito de investigações em curso no Instituto de Investigação Científica Tropical da Junta de Investigações Científicas do Ultramar.

Na década 80 G. Soares de Carvalho, desenvolveu uma recolha de peças que contribuiu para o estudo de Antropologia e Etnologia, tendo desenvolvido um estudo do paleolítico da Baía Farta. “Arqueologia Angolana” (1980),

Recentemente realizaram-se trabalhos que envolvem as unidades cretácicas da região circundante ao Município da Baía Farta, compreendendo, em particular, os maciços calcários albianos que, do Cuio e do Dombe Grande, se estendem para Norte, até à periferia.

Sobre Caracterização Geoambiental e Perspectivas de Ordenamento da Faixa Litoral do Município da Baía Farta (Angola de Benguela), há que realçar diversos trabalhos sobre a Estratigrafia e Paleontologia locais, na sua maioria da década de 70 e posteriores. Entre estes, destaca-se o estudo de L. Binga & C. da Silva (2000), sobre Bacia de Benguela ao identificá-la como uma zona de potencial para hidrocarbonetos. Ainda neste período M. L. Duarte – Morais (2000), elaborou um livro guia de visita de campo aquando da realização da conferência internacional “Geoluanda” em Luanda. Este viria em 2001 continuar o estudo baseado no processo das ocorrências e características geológicas dos dinossauros do Cretáceo, Mosassauros, Pleisiosauros, e tartarugas de Angola.

Em 2010 destacam-se os trabalhos de Tatiana Tavares et al. (2006) e A. Buta-Neto et al. (2006) que realizaram estudos no âmbito da análise de interações e sedimentação na margem sul da bacia de Benguela (2006).

Na área da Geologia do Petróleo têm produzido diversos trabalhos sobre a evolução mesocenozóica da Bacia de Benguela Guiraud et al. (2010). Paulo Quessongo (2012) Estratigrafia e Paleontologia dos Calcários Cretácicos do Dombe Grande (Sudoeste de Benguela – Angola).

2. Enquadramento morfológico e geológico

2.1. Enquadramento Geográfico

O município da Baía Farta localiza-se na província de Benguela, estendendo-se na planície do litoral atlântico entre as coordenadas de 12º 17' de latitude sul a norte e 13º 48' latitude sul a sul e 12º 30' longitude oeste a ocidente 13º 36' longitude oeste a oriente. É limitado a Norte pelo município de Benguela, a Este pelos Municípios de Caimbambo e Chongoroi e a Sul pelo Municípios de Camucuyo Namibe da província do Namibe. Ocupa uma área de 6.744km² (Perfil do município da Baía Farta, 2011).

Os taludes que constituem objecto de estudo situam-se a sul da sede da Baía – Farta e são limitados a Norte pelo mercado informal da Baía - Farta, a Sul pela zona turística da Macaca, a Este pelo parque natural da Chimalavera e a Oeste pela zona de Senga, banhada pelo oceano atlântico (Figura 2.1). Estes taludes prolongam-se uma extensão de 6 km numa cota máxima de 58 m a partir da sua base e 104 m acima do nível médio da água do mar. Na base deste talude foi construída uma estrada secundária que liga a cidade da Baía-Farta à Zona Turística da Macaca.



Figura 2.1 - Localização da área de estudo.

2.1.1. Características climáticas

A realidade do Município não permite apresentar dados climáticos do ponto de vista local dada a ausência de equipamento para efeitos de registo, leitura e interpretação dos elementos climáticos. No entanto, é possível apresentar dados de ordem regional adquiridos entre os anos de 1960 e 1974, provenientes da Estação Climatológica do Lobito e os dados macroclimatológicos da província de Benguela (Tabela 2.1) (Instituto Nacional de Hidrometeorologia e Geofísica, 1974).

A faixa costeira do centro da província de Benguela é geralmente considerada como tendo um clima árido ou semi-desértico. Considerando a fraca pluviosidade verificada nesta parte do litoral, com exceção das zonas correspondentes às embocaduras dos maiores cursos de água que atravessam toda região (rios Catumbela, Cavaco, Dungo, Coporolo e Equimina), toda a região apresenta uma cobertura vegetal bastante pobre (campos de gramíneas e vegetação arbustiva, muito pouco densa, do tipo “espinheira”) Vieira (1951).

Nos gráficos 2.1 a 2.5 apresentam-se alguns dados relativos à meteorologia do clima da região de Benguela.

A temperatura média anual é de 23,6°C (Tabela 2.1). A temperatura média do mês mais frio (Junho) é de 20,0°C e a do mês mais quente (Março) de 26,9°C.

Tabela 2.1 - Média de temperatura e de precipitação, de Benguela (Instituto Nacional de Hidrometeorologia e Geofísica, 1960-1974).

Mês	Temp. Máx. Média °C	Temp. Mín. Média °C	Temp. Média °C	Precipitação média mensal (mm)
Janeiro	30.06 °C	19.09 °C	25.03 °C	15,2
Fevereiro	31.06 °C	20.00 °C	26.00 °C	34,6
Março	31.07 °C	21.02 °C	26.09 °C	110,3
Abril	32.02 °C	21.03 °C	26.07 °C	34,4
Maió	24.04 °C	18.03 °C	24.04 °C	0,6
Junho	21.02 °C	14.04 °C	21.02 °C	0,0
Julho	25.02 °C	13.03 °C	20.00 °C	0,0
Agosto	25.04 °C	13.06 °C	20.01 °C	0,2
Setembro	26.05 °C	15.05 °C	21.02 °C	1,9
Outubro	27.06 °C	17.06 °C	22.09 °C	7,3
Novembro	29.03 °C	19.00 °C	24.04 °C	22,1
Dezembro	29.05 °C	19.00 °C	23.06 °C	36,9
Ano	28,09 °C	17,08 °C	23,06 °C	263,5

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

A amplitude térmica anual é de 6,9°C. As temperaturas médias mínimas e máximas registadas são de 13,3°C no mês de Julho e de 32,2°C no mês de Abril, respectivamente. As chuvas da costa angolana seguem os padrões dos ventos, ocorrendo maior pluviosidade no período de Novembro a Abril. Na extremidade Sul da costa angolana os efeitos da estação chuvosa são especialmente fortes com um aumento bastante pronunciado da pluviosidade entre Fevereiro e Abril (Hastenreth, 1984).

Na região de Benguela, devido à influência do deserto do Namibe, verifica-se uma elevada aridez. O mês mais chuvoso corresponde ao mês de Março, registando-se aí uma precipitação média mensal de 110,3 mm, o que corresponde a cerca de 41% da precipitação anual (263,5 mm). Já de Maio a Outubro, na época seca, não ocorre precipitação.

Abaixo apresentam-se os gráficos 2.1 a 2.5 que ilustram as quantidades de precipitação, temperatura, a humidade relativa, nebulosidade e a pressão atmosférica entre os anos de 2000 e 2012 proveniente do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

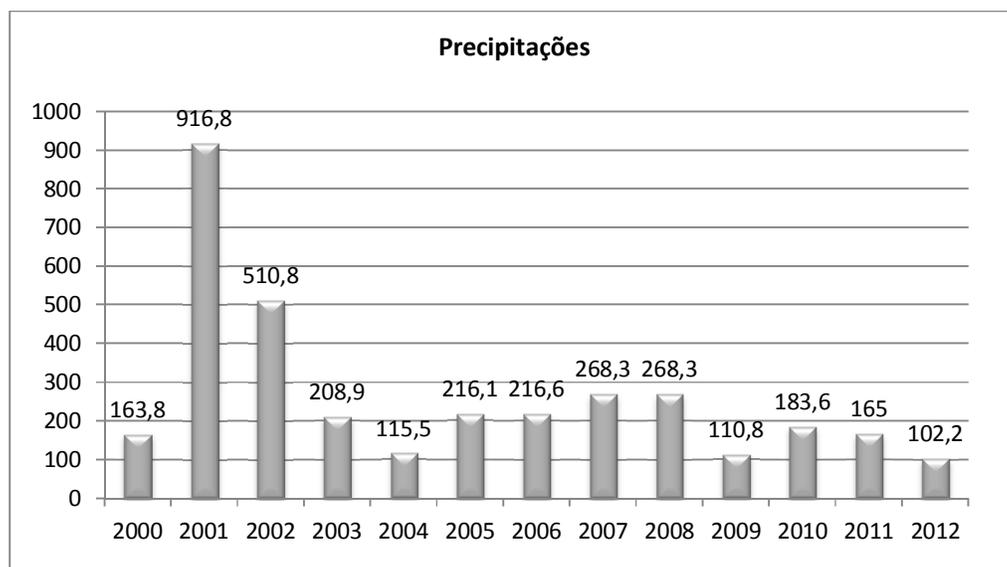


Gráfico 2.1 - Quantidade de precipitação 2000 - 2012: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

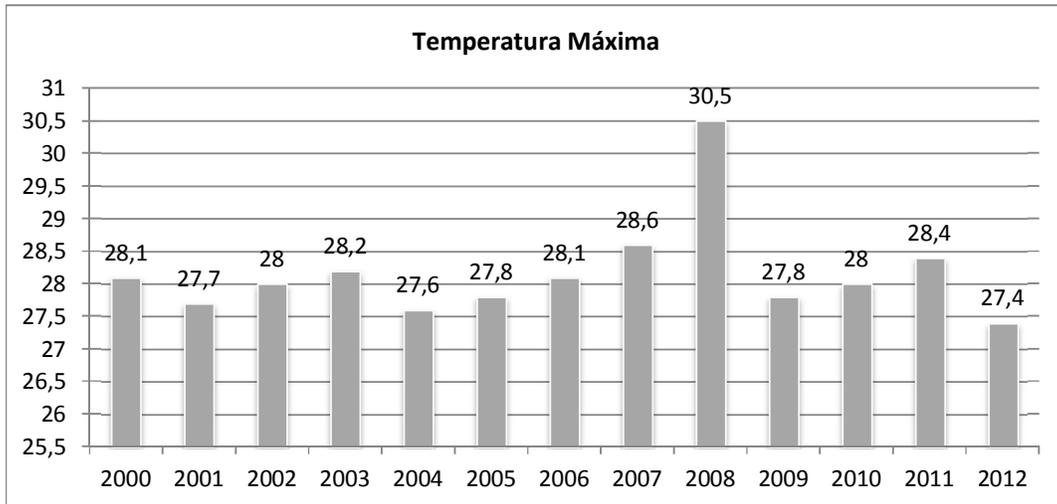


Gráfico 2.2 - Temperatura máxima 2000 - 2012: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

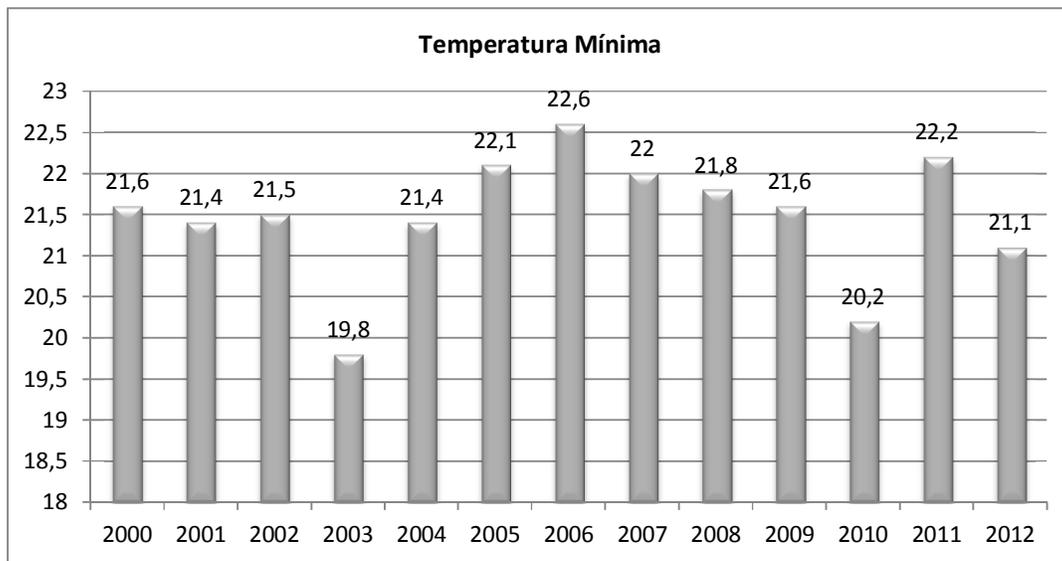


Gráfico 2.3 - Temperatura mínima 2000 - 2012: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

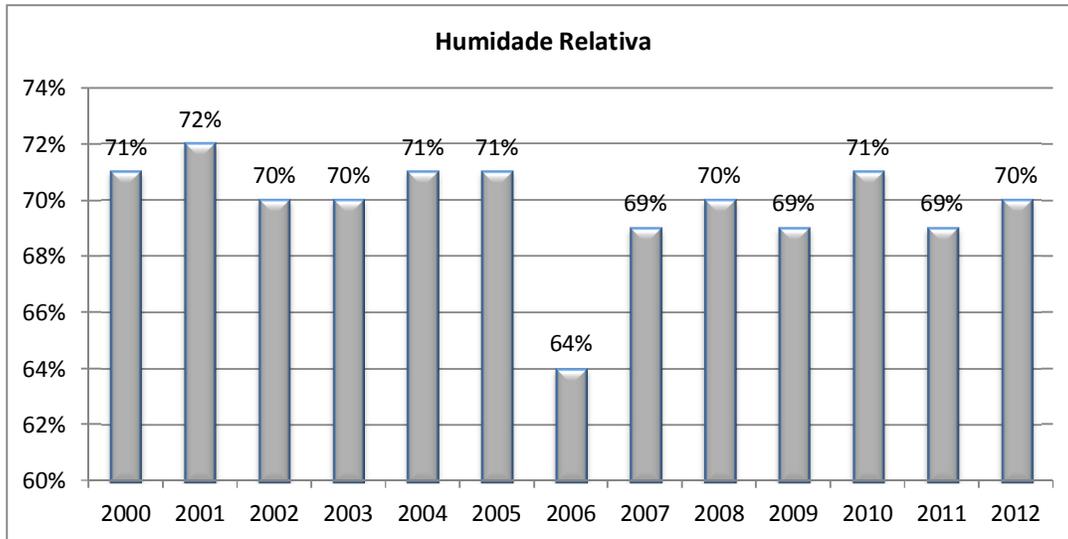


Gráfico 2.4 - Humidade relativa 2000 - 2012: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

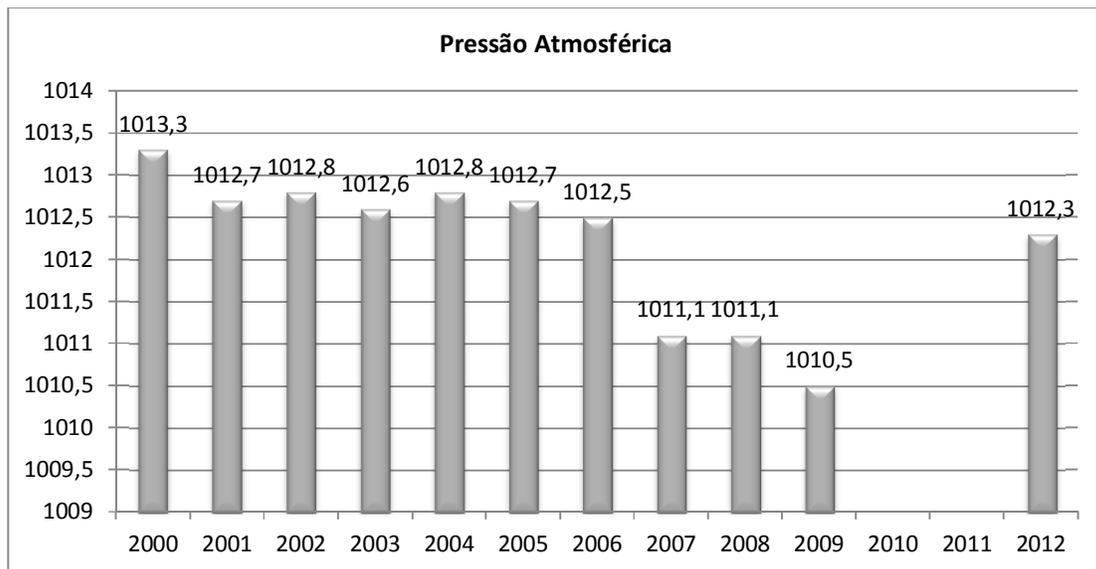


Gráfico 2.5 - Pressão atmosférica 2000 - 2012 (Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica).

Para Diniz (1998), Angola enquadra-se na zona de clima tropical. Este clima reparte-se em 7 grandes zonas: 1-A faixa litorânea quente e seca, 2-A faixa de transição quente - seca, 3- Zona Norte subplanáltico quente e chuvoso, 4- Norte arenoso quente e chuvoso, 5- Centro planáltico fresco e chuvoso, 6- Leste arenoso fresco e chuvoso, 7- Sul arenoso e seco.

A faixa litoral quente e seca, tem altitudes até 300m. Clima mesotérmico, temperaturas e humidade relativas elevadas; valores baixos de precipitação e má distribuição de chuvas, grau de insolação baixam no período do cacimbo e ausência de geadas; solos pouco evoluídos relacionando-se sobretudo com depósitos sedimentares marinhos; baixas fluviais importantes.

2.1.2. Características demográficas económicas e sociais da área em estudo

A população do Município da Baía Farta é estimada em 130.906 habitantes, sendo que 71.310 destes (54,47%) são do sexo feminino. De salientar que esta população é bastante jovem (Tabela 2.2). Abaixo apresenta-se o quadro da distribuição da população por faixa etária e sexo.

Do ponto de vista económico, no município da Baía Farta, a pesca e a agricultura constituem as principais actividades económicas; desenvolve-se também a indústria com alguma importância económica baseada na transformação de recursos marinhos como o peixe em farinha e óleo de peixe, peixe congelado e peixe seco e a produção de sal. Pratica-se, ainda, o comércio em pequena escala.

Tabela 2.2 - População do Município da Baía Farta (AMBF,2011 Perfil do Município). População do Município da Baía Farta (AMBF2011).

Idades		
	MF	F
0-4 anos	23.040	12.610
5-9 anos	14377	7.509
10-14 anos	15325	8.627
15-19 anos	14.801	8.269
20-24 anos	13.189	6.729
25-29 anos	10.902	6.031
30-34 anos	9.446	5.409
35-39 anos	9.221	5.141
40-44 anos	7.602	4.172
45-49	5.779	3.251
50->50	7.224	3.562
Total geral	130.906	71.310

No quadro da agricultura é importante fazer referência à existência de cooperativas agrícolas, associações e camponeses individuais, assistidos tecnicamente pelo Centro de Desenvolvimento Agrário (CDA). É importante também referenciar que dos 18.382 hectares de terra, só 8.561 hectares estão a ser exploradas, dada a sua fertilidade baseada na sua aproximação com os rios Coporolo, e por isso com maior capacidade de produção agrícola (Dombe Grande, Kalohanga e Equimina).

Quanto à pesca, a Baía Farta apresenta-se como o maior produtor de pescado na província de Benguela com um potencial para actividade pesqueira, sendo a sardinha, e o carapau, as espécies mais capturadas.

Relativamente ao acesso, transporte e comunicações é possível dizer que as principais vias de acesso que fazem ligação à Baía Farta estão transitáveis. Entretanto, as vias que ligam a sede da Baía Farta ao Dombe Grande, Chamume, Equimina e Kalohanga, são de terra batida que no tempo chuvoso tem provocado problemas de circulação e de pessoas e bens.

2.2. Enquadramento Geomorfológico e Geológico

2.2.1. Geomorfologia

Angola apresenta uma grande variedade de unidades geomorfológicas (Figura 2.2).

A faixa litorânea, a faixa subplanáltica, a cadeia marginal de montanhas, o planalto antigo, o baixo Cunene, o Alto Cuanza, o Planalto de Malange, a Planície do Zaire, a Baixa de Cassanje, a Peneplanície do Zambeze-Cubango e o Maciço do Alto Zambeze.

A faixa litoral onde se enquadra no nosso objecto de estudo, envolve a plataforma que se dispõe de forma quase contínua, ao longo da costa e a altitudes médias de 150-250 metros, atingindo, nalguns pontos da periferia interior os 300 metros ou mais, descaindo suavemente para o litoral onde termina em geral parte do percurso, numa arriba marinha que marca desníveis da ordem dos 100-150 metros. A descontinuidade da plataforma deve-se unicamente a acção do curso dos rios que rasgaram vales largos e profundos onde se desenham extensas planícies fluviais (Diniz A.C, 1998).

2.2.2. Geologia regional

Baseando-se na carta geológica de Angola (escala 1:1000000) (Figura 2.3) publicado em 1982, apresentam-se 13 unidades geológicas:

- a) Plataformas arenosas, argilosas, calcários e margas;
- b) Dunas;
- c) Depósitos quaternários: Aluviões Eluviões e areias
- d) Kalahari (terciario) e areias quaternárias de cobertura,
- e) Arcoses, arenitos, xistos, calcários e conglomerados.
- f) Calcários xistos, arenitos, quartzitos, grauvaques, arcoses e argilitos.
- g) Doloritos e noritos,

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

h) Granitos e granitos porfiróides i) Complexo gabro-anortositico, j) Complexo gabro-noritico e charnoquítico k) Gnaisses migmatitos e granitos associados, l) Complexo xisto-quartzítico.

A margem sedimentar angolana foi subdividida em sectores que correspondem de norte a sul com as Bacias do Congo, do Kwanza e do Namibe. Estas três bacias têm evolução

A estratigrafia da bacia de Benguela está constituída de séries sedimentares Meso-Cenozoicas cujas idades vão do Aptiano a Holoceno, que descansa directamente no pedestal Pré.Câmbrico. Formações mais velhas a Sudeste da bacia e as mais recentes a Noroeste (Tavares, 2006).

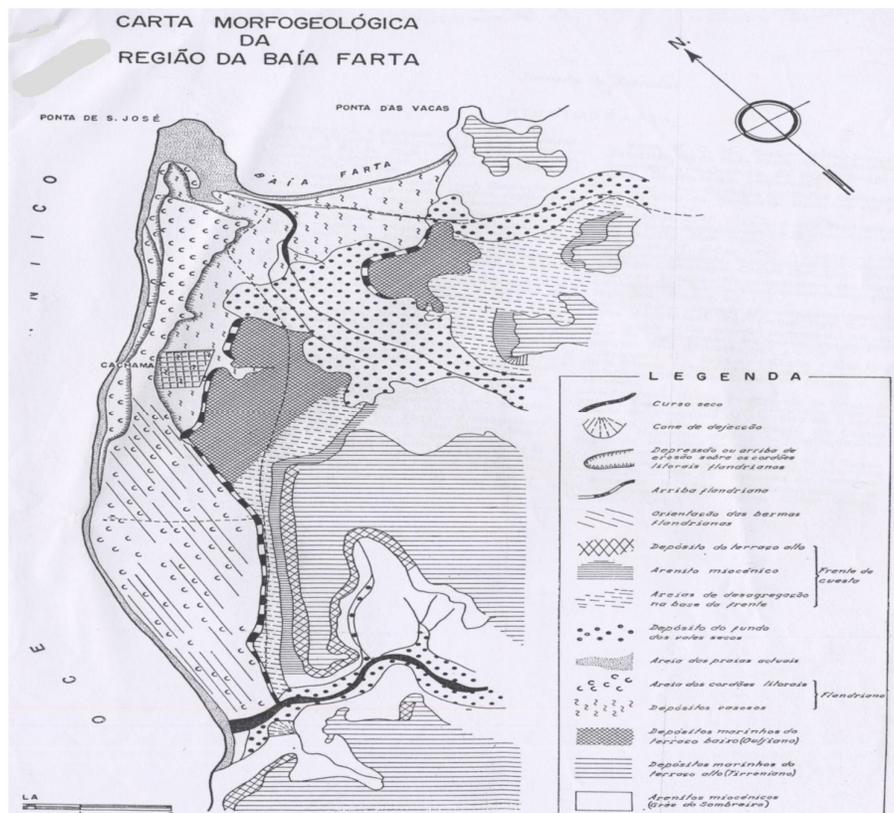


Figura 2.2 - Carta morfogeológica da região da Baía Farta (Carvalho, 1960).

A margem sedimentar angolana foi subdividida em sectores que correspondem de norte a sul com as Bacias do Congo, do Kwanza e do Namibe. Estas três bacias têm evolução

A estratigrafia da bacia de Benguela está constituída de séries sedimentares Meso-Cenozoicas cujas idades vão do Aptiano a Holoceno, que descansa directamente no pedestal Pré.Câmbrico. Formações mais velhas a Sudeste da bacia e as mais recentes a Noroeste (Tavares, 2006),

A área em estudo engloba-se na superfície II de Jessen, sendo que o seu limite setentrional segue sensivelmente a uma linha diagonal desde o rio Catumbela até à Lucira (A.C.Diniz, 2006)

Entre o paralelo da ponta do sombreiro (ao sul da cidade de Benguela) e a Baía do Cuio podem observa-se depósitos quaternários (Neto 1956 referenciado por Carvalho G.S., 1961).

Os depósitos quaternários da região de que os mais antigos pertencem a plataformas, podem ser agrupados sob as designações seguintes: Depósitos dos terraços altos, depósitos dos terraços baixos e depósitos do fim do quaternário. (Carvalho G.S., 1961).

Esta região e a que se situa a sul desta, em redor do marco geodésico da Macaca, são caracterizadas pela grande extensão e espessura dos depósitos; trata-se, contudo, de áreas difíceis para identificação dos níveis, por as arribas estarem insuficientemente conservadas. As arribas dos níveis baixos, talhadas em formações brandas, não têm boas condições de conservação. (Feio M., 1960).

No que se refere aos depósitos altos, o mar avançou muito para leste e as arribas devem-se procurar mais para o interior, encontram-se a sul da ponta do sombreiro e no topo das plataformas em que se observam, entre a estrada Dombe Grande – Benguela e a estrada Baía Farta Dombe Grande (Carvalho, 1961).

2.2.3. Geologia local

Na área propriamente da Baía Farta, aparecem manchas dos depósitos altos, mas isolados, de modo que as suas altitudes não têm significado. Existe uma mancha extensa e continuada de um depósito baixo, com abundantes fósseis de *Arca sinilis* L, sobreposto por um depósito arenoso no corte do caminho para macaca que têm 6 km por 8 km no levantamento geológico de Mascarenhas Neto.(Feio M., 1960)

O Miocénico que ao longo da orla sedimentar apenas assinalado nas áreas de Benguela e Moçamedes é em geral constituído por um conjunto de sedimentos finos, predominantemente margas, argilas e "Siltstones", além de que noutros lugares este

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

período geológico está representado por materiais detríticos, principalmente de faciés conglomerática. (Dinis, 2006).

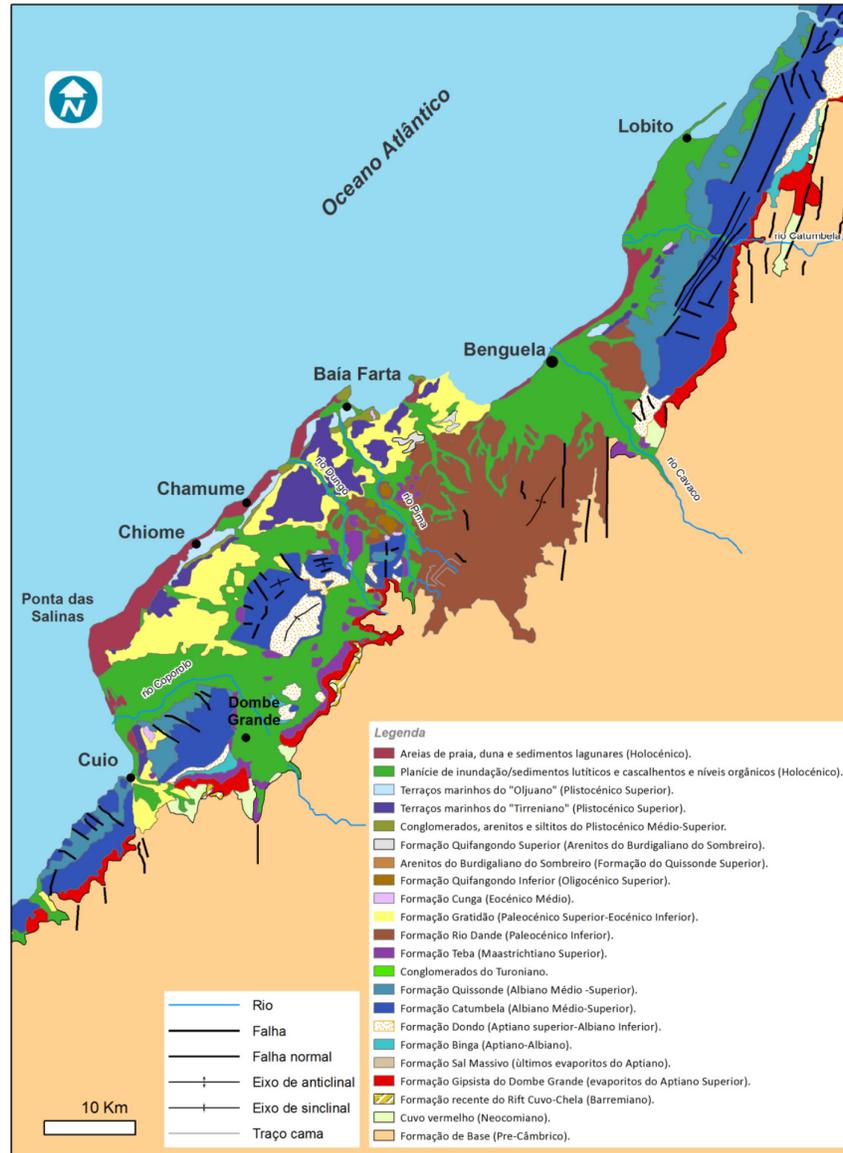


Figura 2. 3 - Mapa geológico da Bacia de Benguela (Adaptado de Buta-Neto et al., 2006).

Nas bacias sedimentares do litoral as formações do quaternário incluem principalmente materiais detríticos não consolidados e de natureza diversa (areias, argilas e calhaus rolados), os quais se distribuem junto ou nas proximidades da costa, seja constituindo os depósitos dos “terraços altos” e os depósitos dos “terraços baixos”.

3. Situações de instabilidade de taludes

Instabilidade no contexto de taludes constitui um conjunto de fenómenos que termina com o movimento de massa num determinado talude.

Ayala et al (1987) e Romana (1989) classificaram este fenómeno tendo como base os mecanismos e as velocidades de ruptura. Hunt (1984), elaborou uma classificação baseada nos mecanismos de ruptura com carácter completo, pelo facto de abarcar todos tipos de movimentos, incluindo os de tipos complexo e pouco frequentes. Neves (1995),

Genericamente pode afirmar-se que o movimento de massa de um maciço ocorre por fenómenos diversos como os desmoronamentos, escorregamentos e por fluência (Ricardo Oliveira).

A instabilização dos taludes pode desencadear-se a velocidades variáveis. Varnes (1978) apresentou uma proposta de classificação (Figura 3.1) que posteriormente (1996) foi submetida a algumas adaptações (Figura 3.2).

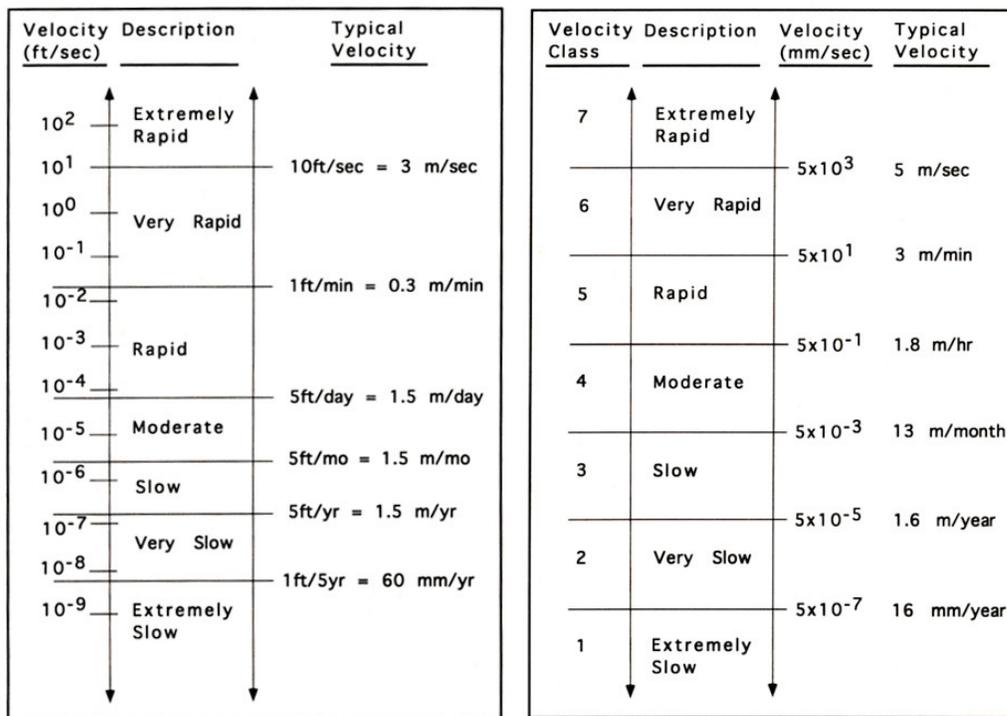


Figura 3.1 - Escala da velocidade a que se desencadeia a instabilização de taludes (Varnes, 1978).
 Figura 3.2 - Escala da velocidade a que se desencadeia a instabilização de taludes (Varnes, 1996).

3.1. Desmoronamentos

Os desmoronamentos (Figura 3.3) correspondem à queda de blocos de rochas ou de solos que podem ter dimensões muito variáveis e ocorrem tanto em taludes muito inclinados

quanto em falésias. Correspondem ao destacamento de uma massa de rocha em encosta íngreme ou escarpada (Giani, 1992).

Os blocos desprendidos movimentam-se sob diversas formas, podendo envolver um bloco individual ou um grupo de blocos ou ainda uma grande massa rochosa fragmentada por ressaltos, rolamento ou ainda por deslizamento. Podem movimentar-se a velocidades elevadas (superiores a 100 km /h (Augusto Filho, 1994; Saraiva e Santarém, 2003; Highland & Bobrowsky, 2008.).

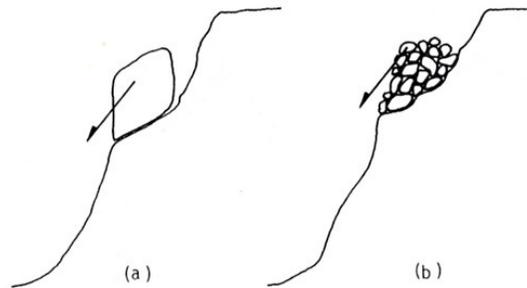


Figura 3.3 - Tipos de desmoronamento: a) Queda de rocha e de solo; b) Queda de rocha.

O fenómeno de desmoronamento é caracterizado pelo movimento súbito envolvendo um bloco individual, grupo de blocos, ou uma grande massa rochosa fragmentada que se desprende da face do talude, pela queda livre dos blocos com ou sem contacto temporário com o talude, pelo comportamento independente de cada bloco. (Neves, 1995)

Podemos considerar os desmoronamentos em duas classes: primários e secundários. Os primários derivam dos “desligamentos” de blocos são a pouco alterados devido à acção da compartimentação e os secundários envolvem a movimentação de fragmentos que sempre estiveram fisicamente desligados da falésia e apenas nela alojados.

Nos maciços rochosos, os desmoronamentos dão lugar à queda de blocos que podem apresentar dimensões variadas. Podem ser originados pela intensa fracturação dos maciços rochosos ou pela erosão diferencial que é um dos factores potencialmente responsáveis pela formação de consolas que provocam um equilíbrio instável.

O avanço preferencial da erosão no nível menos resistente implica uma construção progressiva de tensões nos níveis superiores. Assim, caso estes sejam pouco resistentes, ou se apresentem acentuadamente fracturados a ruptura pode processar-se por flexão e/ou

tração com o conseqüente basculamento dos blocos individualizados. No entanto, caso o nível se apresente muito fracturado e a matriz rochosa seja resistente, o basculamento é apenas desencadeado pela excentricidade do peso.

Deve anotar-se que a concentração de tensões no bordo do nível débil subjacente pode originar o desenvolvimento de um assentamento diferencial que pode implicar o desencadear de deslizamentos em cunha e a queda do bloco por ruptura na base.

3.2. Basculamentos (toppling)

O basculamento (Figura 3.4) ocorre por acção das forças que têm tendência a provocar a rotação dos blocos em redor de um ponto situado abaixo do seu centro de gravidade. (Giani, 1992). O basculamento pode desencadear-se devido à acção do peso dos blocos, pressão da água nas diáclases e a movimentação de blocos adjacentes (Varnes, 1978). O basculamento pode desenvolver-se quer em rochas, quer em solos, e afectar volumes muito significativas. Desenvolve-se com frequência, nas rochas que apresentam uma foliação penetrativa acentuada, como é o caso das rochas xistentas. (Highland & Bobrowsky, 2008.).

Estes movimentos implicam uma rotação de unidades com forma de coluna ou bloco sobre uma base, sob acção da gravidade e forças exercidas por unidades adjacentes ou por inclusão de água nas discontinuidades (Giani, 1992). Podem considerar-se as seguintes variedades de basculamentos:

- Basculamento flexural;
- Basculamento de blocos;
- Basculamento de blocos e flexural;
- Mecanismos secundários de basculamento.

Para que o basculamento flexural possa ocorrer, é necessário que previamente já se tenham desencadeado movimentos entre os planos de foliação do maciço rochoso. Tal acontecerá quando a perpendicular aos planos de foliação tiver uma inclinação inferior ao ângulo de atrito. Considera-se também que para ocorrência do basculamento é necessário que a direcção da superfície do talude e das superfícies de foliação tenham um afastamento que não ultrapasse os 30%.

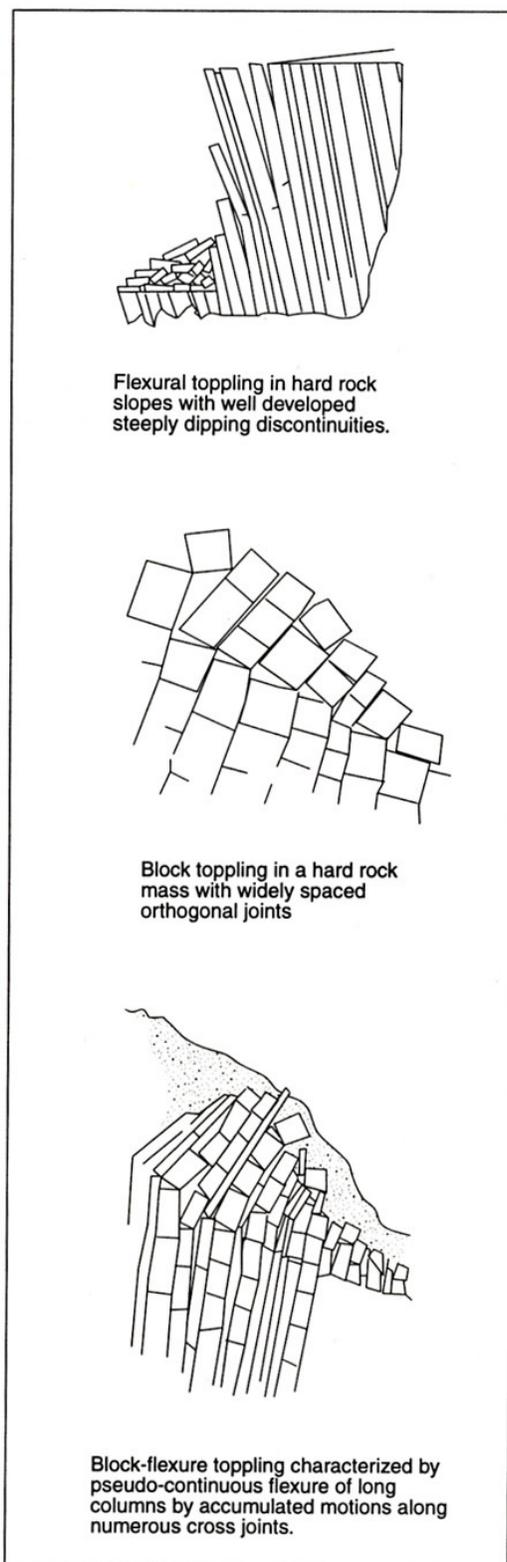


Figura 3.4 - Basculamentos. Cruden e Varnes, 1996. Adaptado por Highland & Bobrowsky (2008).

Este tipo de movimento pode culminar em outros tipos: Deslizamentos, desprendimentos, etc, dependendo do padrão de descontinuidades do maciço rochoso. Manual de Taludes, (1985-1986).

Ocorre em maciços rochosos com uma família principal de descontinuidades com inclinação para o interior do talude, mas com direcção paralela à deste.

Para que se produza o movimento é necessário que ocorram deslizamentos ao longo das superfícies das descontinuidades e que a dimensão dos blocos seja tal que o seu centro de gravidade e projecte fora da sua base de sustentação.

Certos autores, como Hunt,1984, consideram o basculamento de blocos “Toppling” como sendo uma subclasse do movimento por desprendimento. Entretanto existem outros que não incluem este tipo de desmoronamentos ou quedas de blocos. É o caso de Ayala (1987); Romana, (1989) e Neves, M.(1995).

3.3. Deslizamentos

Os deslizamentos ou escorregamentos são movimentos colectivos de massa e ou de material sólido encosta abaixo que se produzem ao superar-se a resistência ao corte do material e têm lugar ao longo de uma ou várias superfícies ou através de uma franja relativamente estreita do material .(Selby 1993, Giani, 1992), Manual de Taludes (1985-1986).

A massa deslocada pelo movimento permanece em contacto com o material subjacente, não afectado e pode apresentar graus de deformação variada (Zêzere,1997).

As classificações de diferentes tipos de deslizamentos são associadas a mecanismos específicos de falhas em taludes e às propriedades e características desses tipos de estruturas geológicas.

Os deslizamentos podem ser classificados em diferentes tipos com base na categoria de movimento e no tipo de material envolvido. O material envolvido no deslizamento pode ser uma rocha ou solo, ou ambos.

Os deslizamentos podem ser rotacionais (circulares) e translacionais (planares, em cunha). São movimentos rápidos com velocidades médias e altas (m/h a m/s), de curta duração e de elevado poder destrutivo, em função do material transportado (rocha, solo, detritos, árvores, etc). Por ser um fenómeno que pode ter sérias implicações a nível social, económico e político, a sociedade busca entender a dinâmica do fenómeno e mapear as áreas de risco,

com o intuito de evitar grandes danos e prejuízos (Saraiva e Santarém, 2003; Guidicini & Nieble, 1993; Filho, 1994)..

3.3.1. Deslizamentos rotacionais

Neste tipo de deslizamentos, a superfície ao longo da qual se dá a ruptura tem em corte, uma forma que na generalidade das situações é côncava (Figuras 3.5 e 3.6) e, em plana, uma forma em arco. (Giani, 1992) No entanto, devido à ocorrência de eventuais superfícies de anisotropia, a forma pode ser diferenciada. Este tipo de movimentos pode ocorrer em solos argilosos homogêneos, solos arenosos ou em maciços rochosos intensamente diaclasados (de um modo aleatório) ou alterados em que as pressões intersticiais da água são suficientemente elevadas para originar ruptura (Fernandes e Amaral, 1996; Saraiva & Santarém, (2003).

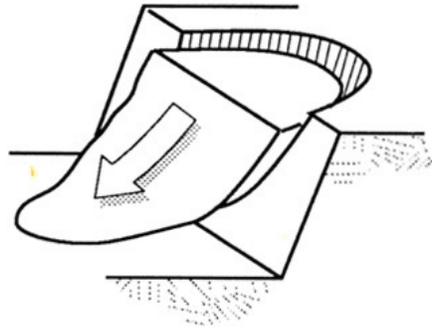


Figura 3.5 – Deslizamento rotacional.

É um tipo de deslizamento em que a superfície da ruptura é curvada no sentido superior (em forma de colher) e o movimento da queda de barreira é mais ou menos rotatório em torno de um eixo paralelo ao contorno do talude. A massa deslocada pode, sob certas circunstâncias, mover-se de maneira relativamente coerente, ao longo da superfície de ruptura e com pouca deformação interna. O topo do material deslocado pode mover-se quase que verticalmente para baixo e a parte superior desse material pode inclinar-se para trás em direção ao talude.

3.3.2. Deslizamentos translacionais

Os deslizamentos translacionais (Figura 3.7) estão controlados por descontinuidades (estratificação, xistosidade, falhas, diáclases), influenciando a variação da resistência ao corte entre os estratos de diferente natureza, diferente grau de meteorização, distintos tipos de relevo em descontinuidades, etc. Geralmente desenvolvem – se em maciços rochosos, com descontinuidades bem acentuadas.

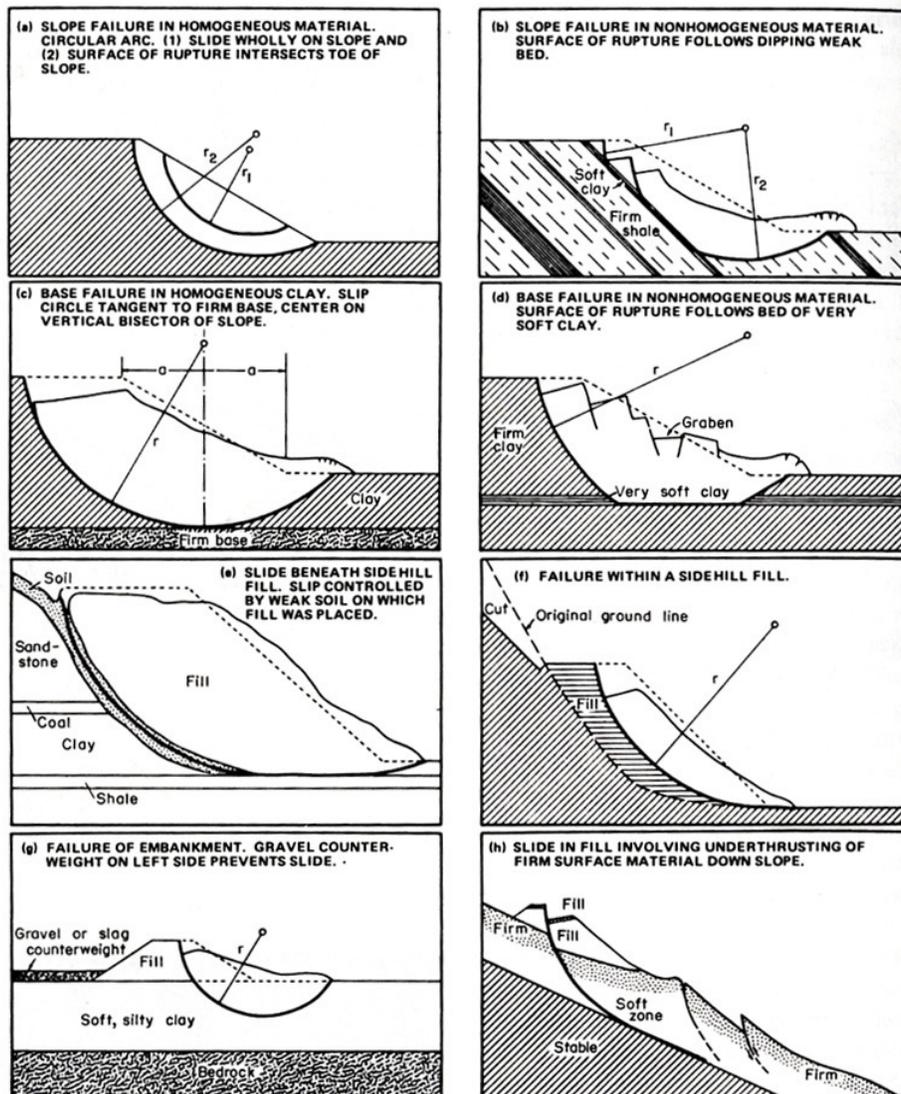


Figura 3.6 - Deslizamento rotacional. (Cruden e Varnes, 1996).

Ocorrem em encostas tanto de alta como de baixa declividade e podem atingir centenas ou até milhares de metros (Fernandes & Amaral, 1996; Guidicini & Nieble, 1984).

3.3.2.1. Deslizamentos planares

Este tipo de instabilidade ocorre em taludes com descontinuidades contínuas e bem definidas que inclinam para fora do talude.

Os blocos, que se desprendem, sofrem um deslizamento ao longo de superfícies pouco profundas como por exemplo planos de estratificação, de xistosidade ou ao longo de fracturas ou falhas.

A ocorrência dos deslizamentos planares é condicionada pelas seguintes condições. Hoek & Bray (1977):

- Inclinação das superfícies de descontinuidade inferior à inclinação da face do talude;
- Inclinação da descontinuidade superior ao ângulo de atrito;
- Plano de descontinuidade com direcção quase paralela à da face do talude, ou faça com esta um ângulo $<20^\circ$;
- Movimento não impedido por confinamento lateral.

3.3.2.2. Deslizamentos em cunha

Estão associados a maciços rochosos, nos quais a existência de duas estruturas planares desfavoráveis à estabilidade condicionam o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos (Figura 3.8).

Os blocos desprendidos movimentam-se ao longo do diedro formado por dois planos definidos por superfícies de descontinuidade de diferentes famílias cuja linha de intersecção tem inclinação para fora da face do talude.

Para que o movimento ocorra é necessário que sejam satisfeitas as seguintes condições: (Hoek & Bray, 1977).

- A inclinação da face do talude seja superior à inclinação da linha de intersecção dos planos de descontinuidade.
- A inclinação da linha de intersecção dos dois planos seja maior que o ângulo de atrito.

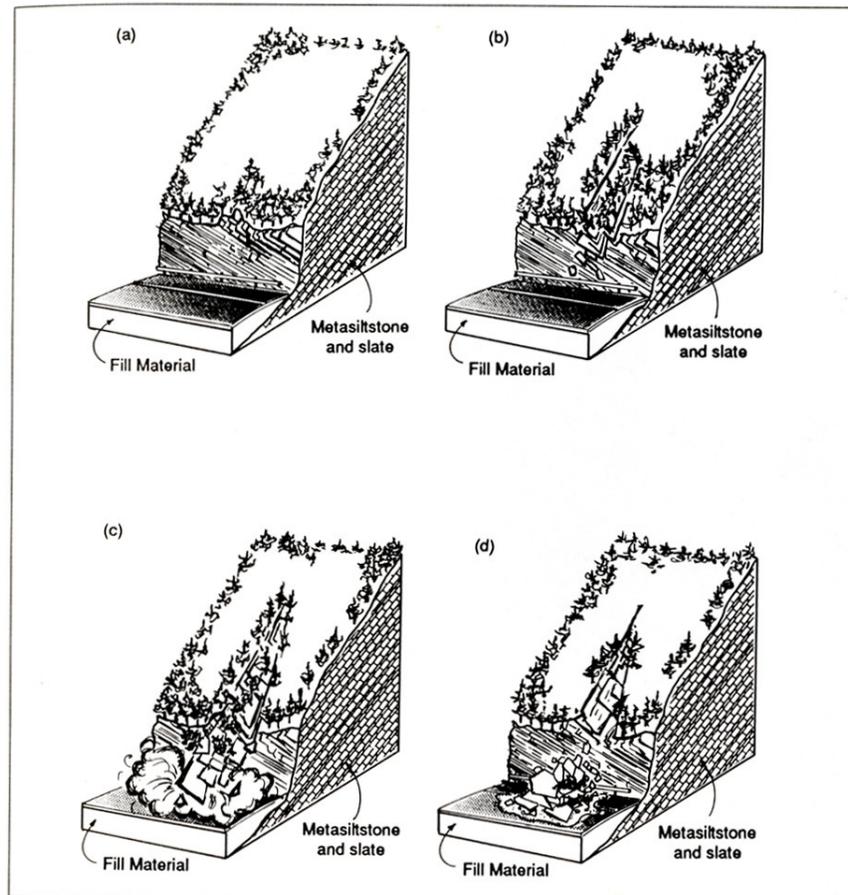


Figura 3.8 – Deslizamento em cunha.

3.4. Escostas/fluxos

São movimentos de massa mais ou menos rápidos, característicos de materiais sem coesão. Ocorrem, principalmente em solos muito susceptíveis e sofrem uma considerável perda de resistência com o movimento.

São movimentos gravitacionais, rápidos, nos quais os materiais se comportam como fluídos altamente viscosos. Podem combinar materiais como solos pouco coesos, rocha, matéria orgânica, ar e água, mobilizados como um fluido, encosta abaixo. Altamente destrutivos, resultam da ocorrência simultânea e da confluência de centenas de escorregamentos nas encostas de um determinado vale por ocasião de eventos pluviométricos de extraordinária intensidade. Apresentam grandes dimensões, mobilizam grandes volumes de material e possuem um extenso raio de alcance (da ordem de dezenas de metros até alguns quilómetros). Recebem diferentes denominações dependendo das características do

material mobilizado e das taxas de velocidade de deslocamento durante o processo, tais como: fluxo de lama (mud flow), fluxo de terra (earth flow) e fluxo de detritos (debris flow).

3.4.1. Fluxo de detritos

É uma forma rápida de movimento de massa, em que solo solto e as rochas, e por vezes, material orgânico, se misturam à água e formam lama que se movimenta pelo talude abaixo (Figura 3.9). O fluxo de detritos é, informalmente e inapropriadamente, chamado de escorregamento de lama devido à grande quantidade de partículas finas que podem estar ali presentes. Ocasionalmente, quando um escorregamento rotacional ou translacional ganha velocidade, e a massa interna perde a coesão ou ganha água, esse fenómeno pode mudar para um fluxo de detritos. Escoamentos secos podem ocorrer em areias não coesivas (escoamento arenoso). O fluxo de detritos pode causar mortes, pois é extremamente rápido e passível de ocorrer sem qualquer tipo de alerta (Highland & Bobrowski, 2008).

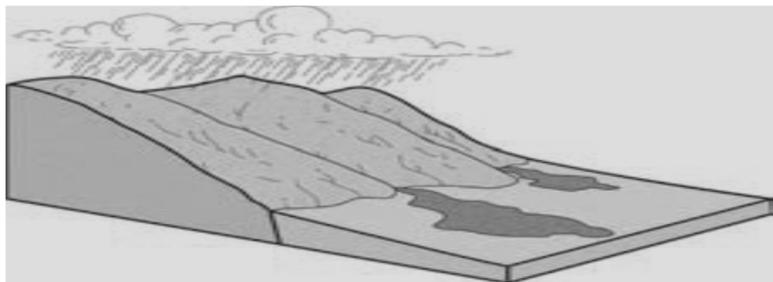


Figura 3.9 - Fluxo de detritos (Cruden & Varnes, 1996). Adaptado por Highland & Bobrowsky (2008).

3.4.2. “Lahars” (fluxo de detritos vulcânicos)

A palavra “lahar” é um termo Indonésio (da Indonésia) que significa escoamento de lama vulcânica. Esse tipo de escoamento origina-se nos taludes de vulcões e é um tipo de fluxo de detritos. Um “lahar” (Figura 3.10) movimenta o material conhecido por “tefra” ou piroclasto (partículas sólidas expelidas para a atmosfera nas erupções vulcânicas) e outros fragmentos.

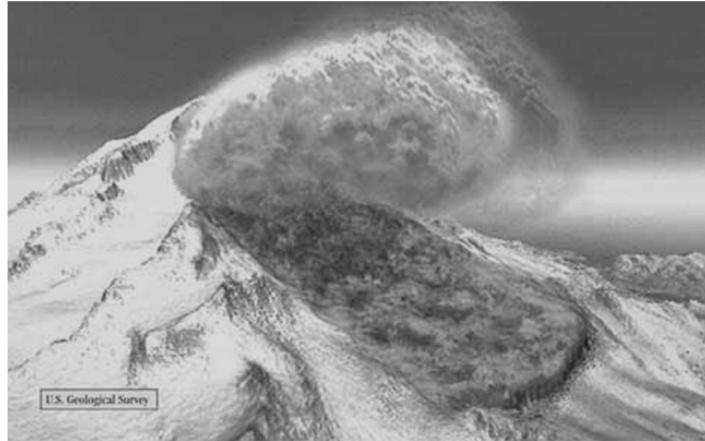


Figura 3.10 – Lahar.

3.4.3. Avalanche de detritos

As avalanches de detritos (Figura 3.11) são essencialmente grandes, extremamente rápidas e frequentemente formam escoamentos em taludes abertos e são formadas quando uma encosta instável se rompe e os fragmentos resultantes são rapidamente transportados para longe. Em alguns casos, a neve e o gelo irão contribuir para o movimento, se houver água

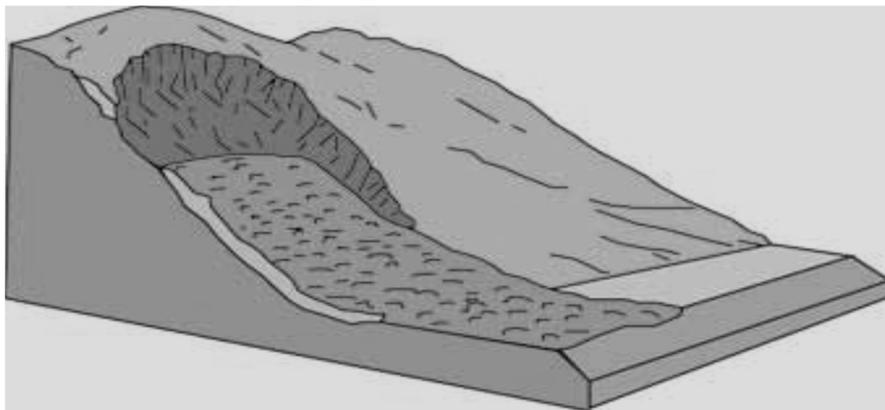


Figura 3.11- Avalanche de detritos (Cruden & Varnes, 1996, adaptado por Highland & Bobrowsky, 2008).

suficiente, e o deslizamento poderá tornar-se um fluxo de detritos e ou um “lahar”.

3.4.4. Fluxo de terra

Os fluxos de terra podem ocorrer em taludes com inclinações suaves e moderadas, geralmente em solo de granulação fina, como de argila ou silte, mas também em camada de rochas argilosas, sujeitas à acção do tempo. A massa num fluxo de terra move-se como um fluido plástico e viscoso, com intensa deformação interna. A argila marinha susceptível (argila rápida) quando desestabilizada é muito vulnerável e pode perder toda a resistência de cisalhamento com a mudança de seu teor de humidade e a liquefacção repentina, destruindo potencialmente enormes áreas e escoando por vários quilómetros. Escorregamentos e espalhamentos laterais também podem evoluir para fluxo de terra. Fluxos de terra podem ser desde muito vagarosos (rastejos) a rápidos e catastróficos.

Em algumas classificações também se enquadram neste tipo de movimentos os fenómenos de reptação (movimento extremamente lento que podem afectar os solos e substratos rochosos, dando lugar a deformações contínuas geralmente superficiais).e de solifluxão (movimento rápido associado às acções de gelo e degelo presentes das zonas frias, provocando elevadas pressões intersticiais, dando lugar ao movimento do material superficial limitado pela profundidade da capa activa, afectando principalmente solos de grão fino e pouco potentes). A reptação é provocada pelo processo de "creep". Neste tipo de movimentos (fluxos) a água desempenha, geralmente, um papel primordial no desencadear da instabilização do maciço que passa a ter um comportamento de um líquido viscoso. A superfície ao longo da qual se desenvolve a ruptura geralmente não é preservada (sofrem uma deformação contínua e sem apresentar superfície de ruptura definidas (Mercedes e Ferrer, M. (1988) A velocidade com que se processa a movimentação é similar à de um líquido viscoso.

3.4.5. Fluxos lentos de terra (rastejos - creep)

Rastejo (creep) (Figura 3.12) é o nome informal dado ao fluxo lento de terra e consiste num movimento vagaroso, imperceptível e contínuo, para baixo do solo que forma o talude. Esse tipo de deslocamento é causado por tensão de cisalhamento interna suficiente para causar deformação, mas insuficiente para causar rupturas.

Geralmente, existem três tipos de rastejo: (1) sazonal, no qual o movimento ocorre no interior e no fundo do solo afectado por alterações sazonais, em sua mistura e temperatura; (2) contínuo, no qual a tensão de cisalhamento contínua excede a resistência do material; e (3) progressivo, no qual os taludes atingem o ponto de ruptura gerando outros tipos de movimentação do terreno (Highland & Bobrowsky, 2008).

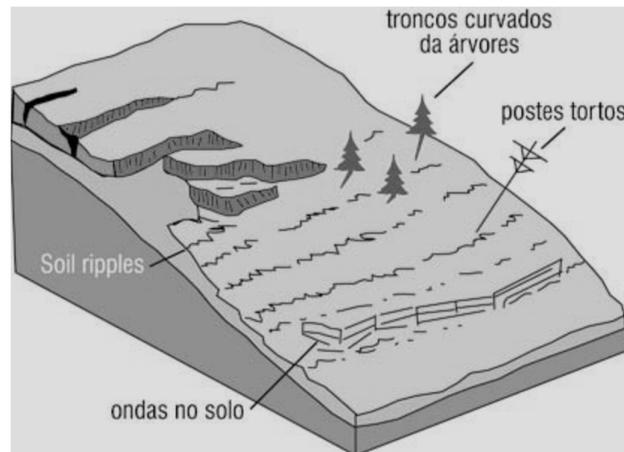


Figura 3.12 - Fluxos lentos de terra (Cruden e Varnes, 1996). Aadaptado por Highland e Bobrowsky, 2008).

Geralmente, existem três tipos de rastejo: (1) sazonal, no qual o movimento ocorre no interior e no fundo do solo afectado por alterações sazonais, em sua mistura e temperatura; (2) contínuo, no qual a tensão de cisalhamento contínua excede a resistência do material; e (3) progressivo, no qual os taludes atingem o ponto de ruptura gerando outros tipos de movimentação do terreno (Highland & Bobrowsky, 2008).

3.5. Espalhamentos laterais

Estes movimentos não são frequentes, se bem que apareçam quando concorrem determinadas características geológicas complexas.

O movimento consiste num espalhamento lateral (Figuras 3.13 e 3.14) controlado por superfícies de corte e/ou fracturas de tensão. Podem aparecer sobre maciços rochosos com diferente competência, ou sobre materiais com características de solo, de baixa inclinação ou de terrenos planos.

Há movimentos que podem compreender uma extensão e fracturação do material mais competente (rocha ou solo), devido a uma liquefacção ou fluxo plástico do material subjacente. Simultaneamente nos materiais superiores podem produzir-se fenómenos de subsidência, translação, rotação, liquefacção e fluxo, dependendo da natureza intrínseca do material.

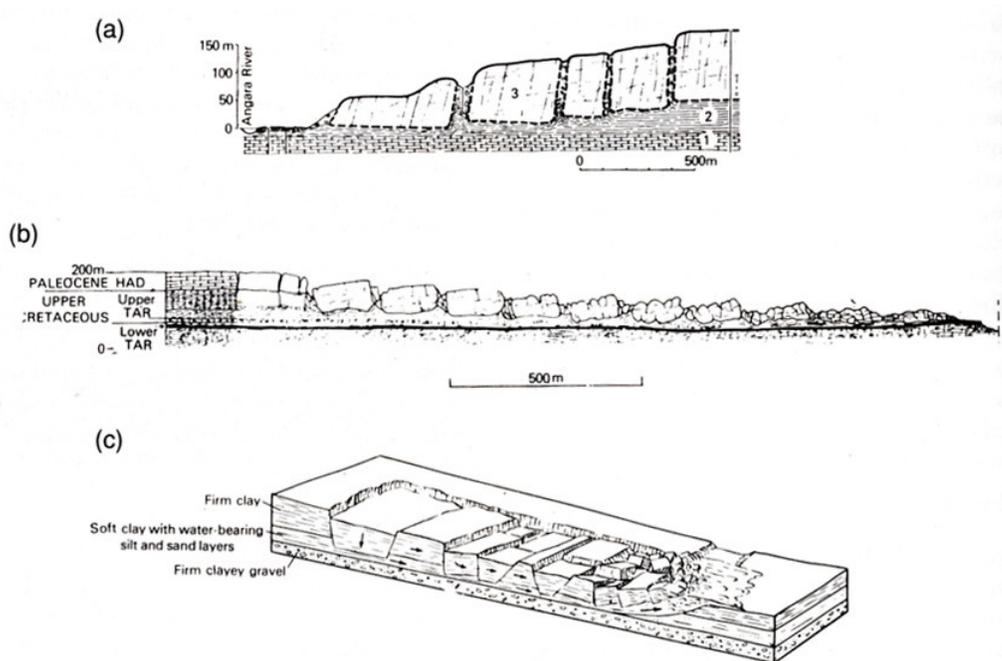


Figura 3.13 - Espalhamentos laterais (Cruden e Varnes, 1996). Adaptado por Highland e Bobrowsky (2008).

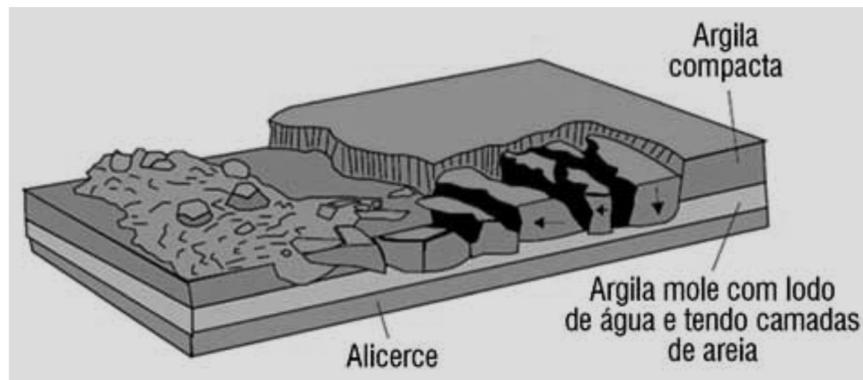


Figura 3.14 – Espalhamento lateral (Highland e Bobrowski, 2008).

3.6. Movimentos complexos

Esses são deslizamentos que apresentam componentes de dois ou mais tipos básicos de deslizamentos e que podem ocorrer simultaneamente ou em etapas distintas durante o fenómeno de ruptura do talude. São o resultado da combinação de mais de um tipo de diferentes movimentos descritos anteriormente. Pode-se incluir a combinação múltipla de um mesmo tipo de ruptura e também aqueles movimentos em que a distribuição interna das

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

velocidades da massa que desliza, possa ou não assemelhar-se a um fluido viscoso (Guidicini e Nieble, 1984; Teixeira, 2006).

4. Factores que condicionam o processo de instabilidade

A grande variedade de movimentos nos taludes é o reflexo da diversidade de factores que podem estar na sua origem.

Uma variação de alguns dos condicionantes produzidas por causas naturais, ou devido à actividade humana, pode traduzir-se num incremento, ou diminuição, do esforço de corte cujo efeito imediato desencadeia a instabilidade de uma massa de terreno (Guidicini & Nieble, 1984).

Dentro destes factores, pode-se estabelecer dois grandes grupos:

- **Intrínsecos ou internos.** Os mais significativos são os que estão relacionados com as características intrínsecas como a litologia, a estrutura, as propriedades físicas, o comportamento hidrogeológico, as propriedades geomecânicas e os estados de tensão.
- **Extrínsecos ou externos.** Resultam das acções actuantes sobre o próprio maciço, dando lugar a modificações nas condições iniciais do talude, com a aplicação de cargas estáticas e/ou dinâmicas, nomeadamente os relacionados com os agentes de meteorização e com as vibrações (movimentos sísmicos naturais ou induzidos, mudanças nas condições hidrogeológicas, factores climáticos, variações na geometria do talude, etc).

4.1. Condicionantes geológicas, geomorfológicas e antrópicas

Os deslizamentos são condicionados por complexas relações entre factores geológicos, que englobam as características litológicas, estruturais, geomorfológicas, climáticas e antrópicas.

4.1.1. Litologia

O comportamento dos taludes varia consideravelmente com a litologia das unidades ocorrentes, na medida em que a resistência do material que os constitui pode variar significativamente.

Um maciço estratificado em camadas horizontais de espessura constante não põe de “per si” qualquer problema particular, mas normalmente, ocorrem sedimentos depositados sob a forma de estratos finos seguidos de outros mais espessos. Uma disposição deste tipo associada com outros factores desfavoráveis, tais como a inclinação da estratificação ou a presença de intercalações argilosas finas, podem originar movimentos num talude (Oliveira, 1973; Papini, 1992).

Por vezes as formações que constituem os maciços têm certas zonas onde ocorrem singularidades litológicas, o que pode implicar uma diminuição das características de resistência nessas zonas (Oliveira, 1973).

Os diaclasamentos do maciço estratificado associado à eventual presença de leitos finos intercalados traduzem-se, muitas vezes, em configurações desfavoráveis do ponto de vista geométrico e mecânico. Consoante o volume e a natureza do preenchimento destas superfícies, estas podem constituir planos potenciais de fraqueza propícios ao deslizamento dos blocos e à sua conseqüente queda.

A presença do material argiloso num maciço é, geralmente, de grande importância geotécnica em termos de estabilidade dos taludes.

A sucessão de camadas de natureza diferente pode originar fenómenos diversificados num talude, pela acção dos agentes erosivos. Deste modo, nos maciços constituídos por camadas alternantes de diferente resistência pode dar-se a erosão diferencial, que consiste no facto de certas camadas mais brandas sofrem erosão mais rapidamente, deixando em consola as camadas mais rijas sobrejacentes. Em particular as camadas argilosas e margosas sofrem geralmente uma erosão mais rápida devido a sua expansibilidade em consequência das variações do seu teor de água.

4.1.2. Estrutura geológica

É importante fazer o estudo das discontinuidades no que se refere às suas características geométricas (atitude) e físicas (abertura, continuidade, espaçamento, rugosidade e tipo de enchimento), pois permite prever a sua influência sobre a estabilidade de um talude (Barisone, 1992).

A estabilidade de um talude depende significativamente das características estruturais do maciço. Dependendo estas características das discontinuidades que cortam o maciço individualizando blocos de rochas, sendo muitas vezes a inclinação dos taludes controlada pela atitude das discontinuidades (Rocha, 1981; Oliveira, 1980).

Designamos descontinuidade a toda entidade geológica que interrompa a continuidade física de uma dada formação, (superfícies de estratificação, diáclases, clivagem, falhas, superfícies de xistosidade superfície de contacto entre diferentes terrenos) (Oliveira, 1980).

4.1.3. Caracterização geométrica das superfícies de descontinuidades

A caracterização geométrica das superfícies de descontinuidade de um maciço é efectuada a partir da medição da sua atitude (directão e pendor).

A direcção de uma estrutura geológica é definida como sendo a orientação em relação ao norte de uma recta horizontal dessa mesma estrutura; O pendor corresponde à máxima inclinação da estrutura.

No âmbito de desmoronamentos e queda de blocos, a estabilidade de um talude depende essencialmente da atitude do sistema de fracturas (conjunto de diferentes famílias de fracturas com aproximadamente a mesma orientação), relativamente à orientação da face do talude, bem como do ângulo de atrito ao longo das superfícies de fractura.

4.1.3.1. Caracterização física das superfícies de descontinuidades

O estado de fracturação e a ausência ou presença de preenchimento das diáclases ou outras fracturas são factores condicionantes da estabilidade dos taludes, pois fazem variar consideravelmente as características geomecânicas do maciço.

A abertura, continuidade, espaçamento, rugosidade e o tipo de enchimento condicionam o comportamento geotécnico dos maciços rochosos.

4.1.3.1.1. Abertura

A abertura constitui a distância média entre as paredes da descontinuidade.

Este parâmetro condiciona a deformabilidade, a resistência ao corte e a permeabilidade de um maciço. Quando as descontinuidades que ocorrem num maciço se encontram fechadas, as propriedades do maciço (sobretudo a deformabilidade e a permeabilidade) são praticamente as mesmas do material (solo ou rocha) que o constitui.

Se as descontinuidades são abertas, a sua influência pode ser muito diferente consoante se encontrem ou não preenchidas, podendo no primeiro caso da natureza do material de enchimento.

Segundo a ISRM (1978), a abertura da descontinuidade pode ser classificada conforme consta da tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Classificação da abertura da descontinuidade (ISRM, 1978)

Abertura	Designação
<0,2mm	Fechadas
0,2mm – 0,6mm	Parcialmente abertas
0,6mm – 2,0mm	Abertas
2,0mm – 6,0mm	Moderadamente largas
>6,0mm	Largas

4.1.3.1.2. Continuidade

A continuidade (Tabela 4.2) (medida do grau de persistência de uma determinada família de fracturas) condiciona em especial a resistência ao corte dos maciços. Em regra, quando a continuidade é pequena, a resistência do maciço fica repartida pela parcela correspondente à área da descontinuidade e pela parcela correspondente às pontes de material intacto, normalmente muito maior.

Tabela 4.2 - Classificação da continuidade.

Continuidade	Designação
Excepcionalmente persistentes	>20m
Muito persistentes	10-20m
Mediamente persistentes	3-10m
Pouco persistentes	1-3m
Muito pouco persistentes	<1m

4.1.3.1.3. Espaçamento

O espaçamento (Tabela 4.3) é a distância medida entre duas fracturas contíguas. Porém, esta medição só tem significado físico preciso se for efectuada entre duas fracturas da mesma família.

Este factor condiciona a deformabilidade e a permeabilidade dos maciços, bem como a resistência ao corte.

Tabela 4.3 - Classificação do espaçamento entre as fracturas ou grau de fracturação (ISRM1984)

Intervalos (cm)	Símbolos	Classificação	
>600	F ₀	Extremamente afastadas	Maciço não fracturado
200 a 600	F ₁	Muito afastadas	Maciço pouco fracturado
60 a 200	F ₂	Afastadas	
20 a 60	F ₃	Mediamente afastadas	Maciço mediamente fracturado
6 a 20	F ₄	próximas	Maciço muito fracturado e fragmentado
2 a 6	F ₅	Muito próximas	
<2	F ₆	Extremamente próximas	Esmagado

4.1.3.1.4. Rugosidade

A rugosidade (Tabela 4.4) das paredes das descontinuidades traduz o atrito mobilizável por unidade de área das fracturas, sendo um factor condicionante da resistência ao corte, cujo

Tabela 4.4 - Classificação das fracturas quanto à rugosidade (ISRM 1978).

Angulosa	I	Rugosa
	II	Lisa
	III	Estriada
Ondulada	IV	Rugosa
	V	Lisa
	VI	Estriada
Plana	VII	Rugosa
	VIII	Lisa
	IX	Estriada

significado aumenta na proporção em que diminui o valor da abertura, a natureza do enchimento e o deslocamento prévio da respectiva descontinuidade. Geralmente o ângulo de atrito (Φ) das descontinuidades é maior em superfícies angulosas ou rugosas, do que naquelas que são planas ou estriadas.

4.1.3.1.5. Enchimento

Tem influência acentuada em todos os parâmetros geotécnicos de um maciço. É evidente a diferença de comportamento, em termos de resistência ao corte e de deformabilidade, entre uma descontinuidade preenchida por material argiloso e uma outra por material pétreo, eventualmente mais resistente e menos deformável do que o próprio material rocha.

Quando o material de enchimento é muito espesso, admite-se que a influência das rugosidades no comportamento do maciço é muito reduzida. (ISRM 1978), (Neves, 1995).

4.2. Factores Externos

4.2.1. Agentes de meteorização

Os agentes de meteorização são factores que estão intimamente relacionados com a acção dos agentes climáticos e biológicos que vão agindo no maciço provocando a sua alteração por modificações físicas e químicas e químicas da rocha.

Os agentes de meteorização podem actuar segundo três tipos de processos:

- **Meteorização mecânica ou desintegração.** Acção da pressão da água ou da temperatura pode originar a fracturação do maciço rochoso.
- **Meteorização química ou decomposição.** que consiste na transformação dos minerais noutros componentes, pela acção de certos agentes produzindo efeitos notáveis, especialmente em rochas solúveis;
- **Meteorização Biológica.** que consiste em variações químicas e mecânicas do terreno, directamente relacionadas com as actividades animais e vegetais.

4.2.2. Condições hidrogeológicas

Constitui o agente natural de maior incidência como factor condicionante e desencandadores no aparecimento da instabilidade nos taludes. (Guidicini & Iwasa, (1976).

É um factor importante em praticamente todos tipos de instabilidades. A presença de água através do nível freático (NF) exerce geralmente três tipos principais de acções isoladas ou conjugadas (Bastos 1999).

A quantidade de água presente num maciço e as suas condições de percolação dependem essencialmente, da quantidade de precipitação e da permeabilidade do maciço.

Dadas as diversas formas com que se apresenta na natureza, descrevem os efeitos que produz segundo sua procedência:

a) Estado de tensão no talude, dada a variação de peso provocada pela variação da quantidade de água no maciço.

b) A percolação da água num maciço provoca a meteorização ou dissolução de certos constituintes, ou lubrificação de elementos expansivos, ou ainda o arrastamento de partículas, reduzindo assim a resistência dos terrenos envolvidos.

A água distribuída no interior da rede de fracturação de um maciço rochoso ou de forma intersticial nos solos, condicionam a sua instabilidade.

A absorção da água de infiltração produz uma contínua expansão e contracção dos solos, em períodos alternantes de chuva e de seca, o que faz variar as suas características de resistência.

Quando a água preenche as discontinuidades, a pressão entre as mesmas aumenta e actua como lubrificante segundo o conteúdo em minerais argilosos.

A chuva constitui um factor de instabilidades através dos seguintes mecanismos:

O impacto das gotas da chuva sobre os solos produz salpicaduras que levantam ou deixam cair as partículas, tendendo a transportá-las até níveis inferiores da vertente. Consequentemente, origina-se uma remobilização superficial dos solos que pode diminuir a capacidade de infiltração dos mesmos devido as partículas movidas as aberturas naturais do solo.

Quando o regime de chuvas é torrencial, a água caída se canaliza em zonas deprimidas causando acções similares às das correntes da água.

Aumenta as subpressões do terreno ao infiltrar-se por discontinuidades e produz uma sobrecarga devida ao seu próprio peso.

O repetido fenómeno de gelo-degelo em que se transforma a água intersticial do terreno e a contida nas descontinuidades, produz uma desagregação mecânica da sua estrutura. Esta traduz-se numa redução da coesão e enchimento das descontinuidades, condicionando o terreno ante a acção de outros factores.

4.2.3. Vibrações

As vibrações são uns dos factores desencadeadores da queda de blocos em taludes.

Estas podem ser o resultado natural da actividade sísmica ou da acção das ondas do mar ou da acção humana, relacionada por exemplo com o desmonte com explosivos.

4.2.4. Actividade biológica

Não constitui um factor determinante na instabilidade dos taludes, mas condiciona de forma notável a acção de outros factores, que podem originar movimentos nos taludes.

Tem especial interesse a acções que exerce a vegetação, em seus aspectos positivos e negativos. A cobertura vegetal, através de suas raízes ajuda a manter a estabilidade dos taludes devidos, servindo de união entre os componentes dos solos.

Também contribui a drenagem absorvendo parte da água contida no terreno e atenua a degradação superficial dos taludes, dificultando a acção dos outros factores.

As árvores através das suas copas interceptam uma grande parte das precipitações, estabelecendo os taludes.

No aspecto negativo, existe raízes capazes de desagregar o terreno e dispersar blocos de magnitude considerável, devido a seus efeitos mecânicos em fissuras, actuando a modo de cunhas.

As árvores são capazes de desagregar os terrenos e promover instabilidade dos blocos de rocha pelos efeitos mecânicos que provocam fracturas e fissuras, contribuindo para o aumento da permeabilidade dos terrenos e conseqüente infiltração da água.

A desflorestação de certos taludes incide adversamente no regime de água nas capas mais superficiais, contribuindo à actuação de outros factores desestabilizadores.

A actividade de organismos animais contribui em menor escala a criar instabilidades. Assim, a acção destes, modifica o interesse do terreno facilitando o movimento de outros factores.

4.2.5. Actividade humana

O desenvolvimento dos países inclui um conjunto de actuações adequadas a criar uma infra-estrutura que permita o progresso dos mesmos.

Destacam-se os sectores dirigidos a procurar recursos naturais e aqueles que permitam os serviços necessários para a sua transformação e distribuição. Os sectores de parcelas mais importantes são os mineiros e obras civis.

Neste sentido, o homem tem-se constituído no agente modificador mais importante da dinâmica dos taludes que é acelerada, e, assim, amplia com maior incidência os processos de movimentos de taludes.

As principais modificações derivadas das interferências antrópicas indutoras dos movimentos de massa são:

- Remoção da cobertura vegetal;
- Lançamento de lixo nos taludes;
- Execução de cortes com geometria incorrecta (Altura/inclinação);
- Lançamento e concentração de águas pluviais e/ou servidas;
- Vazamentos na rede de abastecimento de água, esgotos e presença de fossas;
- Execução deficiente de aterros.

As vibrações resultantes da deflagração de explosivos no desmonte dos terrenos ou pela passagem de automóveis junto aos taludes são factores resultantes da acção humana com algum significado na instabilização de blocos de rocha de um talude.

4.2.6. Escavações

Constituem um dos factores desencadeadores mais extensos, devido a necessidade das mesmas nas obras civis (desmontes, túneis etc.)

Produzem uma variação do estado de equilíbrio do terreno, traduzindo-se em subsidências, descalces de potenciais superfícies de deslizamento, desequilíbrio de massa, etc.

4.2.7. Sobrecargas

É o resultado do incremento de peso devido a diversos tipos de construções, sobre o terreno natural. Assim a construção de aterros de materiais de diversa índole, etc. podem aumentar o peso actuante no talude e, conseqüentemente, desencadear a instabilização.

O efeito produzido é geralmente, um incremento do esforço de corte de terreno e quando se trata de solos muito argilosos, devido a um aumento da pressão intersticial da água nos solos e á baixa permeabilidade dos mesmos. Desta forma, modificam-se as condições equilíbrio existentes no terreno, que no limite podem originar a rotura.

4.2.8. Actividade mineira

Inclui-se a exploração de pedreiras, minas a céu aberto e subterrânea.

As primeiras actividades participam dos riscos descritos anteriormente (escavações), aumentados pelo caracter provisional dos taludes escavados, principalmente nos começos das explorações.

A exploração subterrânea dos recursos naturais tem sido causa de movimentos importantes que têm reflexo na superfície, como por exemplo os colapsos e a subsidência.

5. Medidas de estabilização dos taludes

Para Carreto (1998), a imobilidade da natureza mineral, em contraste com a mobilidade das águas superfícies, é apenas aparente devido a escala da vida humana. “transitória”.

Para dirimir situações de instabilidade teremos que nos apoiar em obras de estabilização com vista a devolver aos taludes a segurança requerida (Oliveira, 1980)

Usualmente, as medidas preventivas são agrupadas em dois tipos: estruturais e não estruturais. As medidas estruturais envolvem obras de engenharia, em geral de alto custo, tais como obras de contenção de taludes, que visam oferecer resistência à movimentação do talude ou a sua ruptura ou ainda que reforcem uma parte do maciço, de modo que esta parte possa resistir aos esforços tendentes à instabilização do talude. Mattos, (2009) Quanto às medidas não estruturais, estas se referem às ações de políticas públicas voltadas ao planeamento do uso do solo e ao gerenciamento, como zoneamento geoambiental, planos preventivos de defesa civil, educação ambiental. Kobiyama et al. (2006)

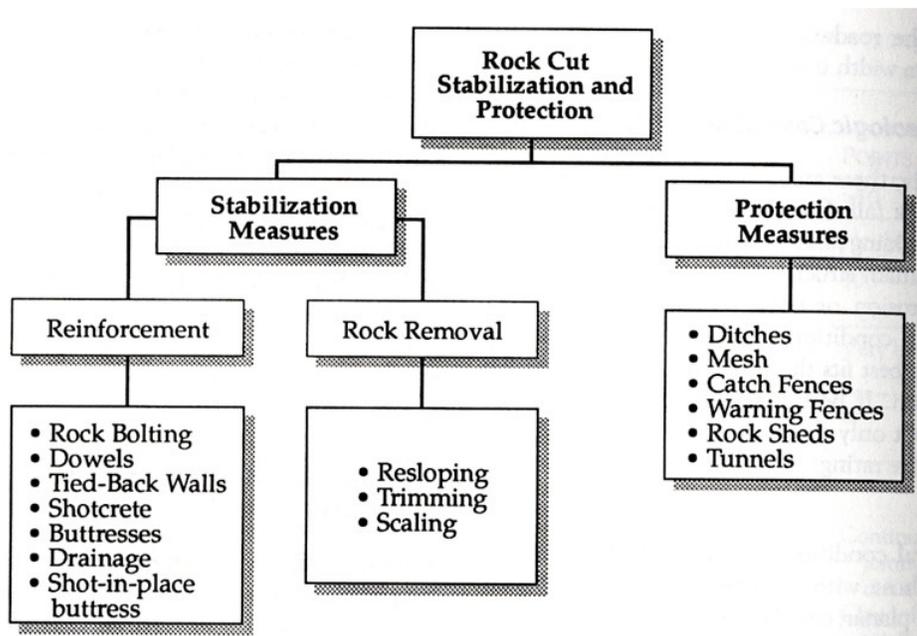


Figura 5.1 - Medidas de estabilização.

Na maior parte dos fenómenos de instabilidade de taludes, distinguem-se distintos, tipos de medidas com mecanismos diferentes:

5.1. Alteração da geometria do talude

Consiste em remover parte da zona activa e diminuir a inclinação média dos taludes.

A aplicação de uma solução envolvendo a remoção de parte da massa do talude, deve efectuar-se a partir da zona mais elevada para a mais baixa, para se evitar a redução do coeficiente de segurança do talude, que pode conduzir a uma rotura do mesmo (Fernandes, 2011).

5.2. Drenagem

A maior parte das instabilidades ocorrentes nos taludes está relacionada com problemas de ordem hidrogeológica.

A água intervém pelo seu carácter próprio (pela pressão intersticial e pela força da corrente) diminuindo em certa medida as características geomecânicas do terreno, principalmente pelo amolecimento e redução da resistência ao corte, degradando igualmente a superfície do solo e aumentando o seu peso específico, sendo este factor tanto mais importante se se trata de terrenos com predisposição para o escorregamento, tal como siltes e as argilas.

A estabilidade dos terrenos cujo coeficiente de segurança é insuficiente devido a problemas de ordem hidrogeológica pode ser melhorada promovendo a sua drenagem.

A drenagem tem o papel de reduzir a pressão intersticial dos terrenos.

Para conceber um sistema de drenagem, é necessário conhecer o estado do nível aquífero, alimentação enxugo, conhecer a natureza e heterogeneidade dos solos e realizar um estudo hidrogeológico completo, a partir do qual se escolhe o sistema de drenagem.

Para os maciços terrosos recomenda-se a drenagem superficial (Figura 5.2) que será possível através do projecto de sistemas colectores (valetas, colectores etc.) e de revestimento superficial de taludes (Vegetal, com betão projectado, com enrocamento, etc), com objectivo de minimizar a infiltração das águas pluviais e seus efeitos na instabilização dos respectivos terrenos. Fernandes (2011) e Carreto (1989).

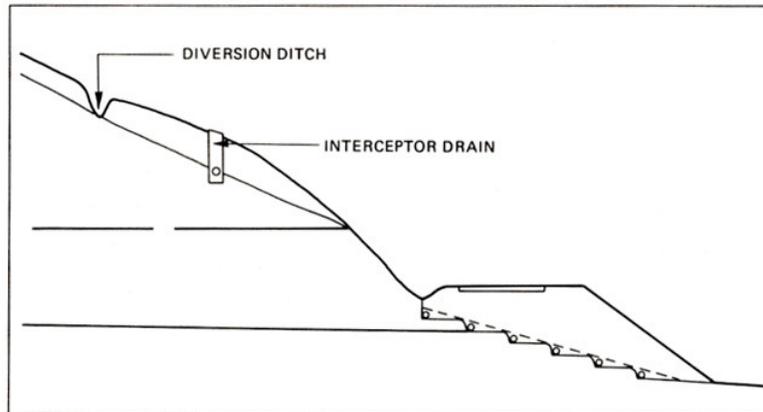


Figura 5.2 - Drenagem.

Além das drenagens superficiais, existem diversos processos que permitem drenar um maciço no seu interior, a chamada drenagem profunda, que consiste em na abertura a partir da face do talude, na zona próxima do sopé, de galerias drenantes, que são executadas com uma inclinação que permite a drenagem por gravidade para a face do talude, onde se articula com a drenagem superficial. Uma solução alternativa consiste na execução de vala drenante (vala profunda preenchida com material permeável que provoca o abaixamento do nível aquífero a montante) e escoada para o dreno transversal. Os poços drenantes são dispostos em planta em corte análoga à da vala. A drenagem será executada através de bombagem, accionada automaticamente quando a água toma proporções consideradas perigo. Entretanto o escoamento pode ser feito por gravidade, desde que os mesmos estejam ligados na sua base por um colector instalado no sistema, que conduzirá a água para um poço central, de onde será escoada para o dreno transversa (Fernandes, 2011).

5.3. Estruturas de suporte ou obras especiais

Constitui a segunda classe das obras de estabilização. Este tipo de obras consiste em erguer muros de suporte, ancoragens, cortinas ancoradas, estacas, paredes moldadas etc. Oliveira (1980)

Dentre estas medidas de âmbito estrutural a mais utilizada provavelmente seja a construção de ancoragens (Figura 5.3) pré-esforçadas conjugadas com muros de suporte na face do talude. Este sistema consiste na protecção contra a corrosão (Fernandes, 2011).

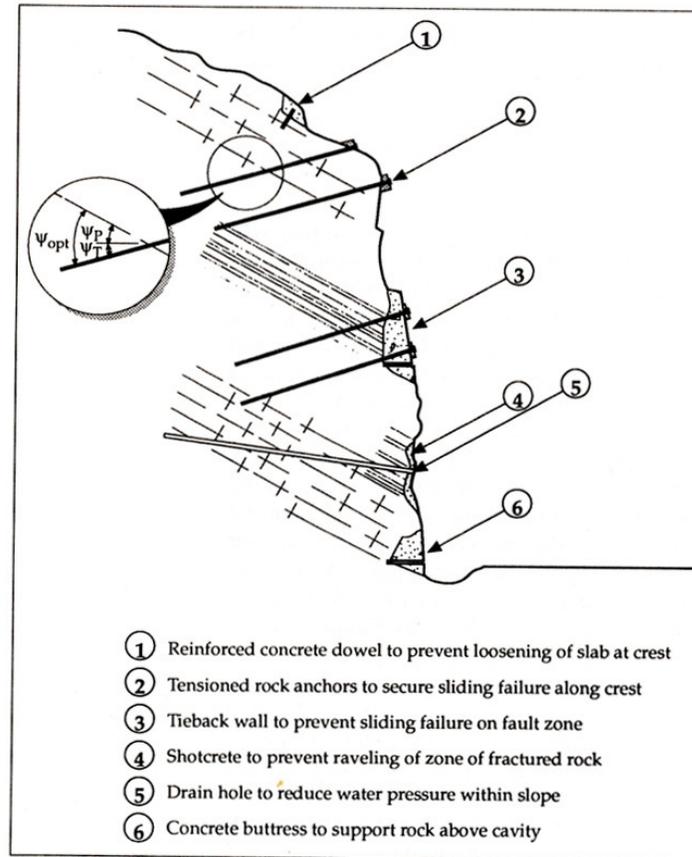


Figura 5.3 - Estabilização por ancoragens.

Ancoragens é um sistema introduzido num furo de sondagem aberto no maciço, constituído por uma armadura metálica solidária num dos extremos a uma zona do interior do maciço (Bolbo) e em que no outro extremo (cabeça) é absorvida a força de tracção exercida na armadura metálica na zona livre.

Nos deslizamentos quase planos sobre formações compactas, aplicam-se para efeitos de estabilização, as ancoragens, cujo dimensionamento faz-se admitindo que as tensões introduzidas no maciço, vão compensar o deficit de resistência ao corte do terreno ao longo do presumível plano de escorregamento, obtendo-se o coeficiente de segurança desejado; ficando a obra completa com o revestimento vegetal (Carreto, 1989); Neve, 1995).

5.4.Terra armada

Tendo-se desenvolvido sobretudo na realização de estruturas de suporte, esta técnica consiste em associar a um solo incoerente, armaduras flexíveis e resistentes a tracção.

A terra armada é acima de tudo um material composto, com betão armado; formada por associação de terra e de armaduras colocadas horizontalmente, susceptíveis de suportar esforços de tracção importantes.

5.5. Pregagens

Pregagem é um tirante não traccionado, geralmente introduzido e cimentado ao longo de um furo aberto no maciço rochoso (Farmer, 1992). Constitui uma das medidas mais simples de reforço do maciço rochoso, utilizada para unir uma camada de rocha de espessura pequena a média, inclinada para fora do talude.

Consiste em colocar “in situ” no terreno, seja por função ou por vibrocração, barras de aço ou em material sintético, com o fim de aumentar a resistência à tracção e ao corte do solo.

As barras são colocadas na escavação, quando a perturbação é ainda mínima. As barras inicialmente passivas tornam-se activas (por tracção e por corte) à medida que a escavação continua.

Neste processo podemos considerar dois tipos de pregagens: **A pontual e a repartida**

Na **pregagem pontual** a solidarização do tirante é parcial e tem como objectivo a ligação de uma zona superficial do maciço, geralmente descomprimida, a uma zona mais profunda de rocha intacta.

Na **pregagem repartida** a solidarização, é efectuada ao longo de todo comprimento, quer à custa de injeções de cimento, quer a partir da resina. Entretanto, a utilização de pregagens como medida de reforço só se torna viável se a dimensão dos blocos do material rochoso não for demasiado elevada.

5.6. Poliesteres expandidos

A aplica-se poliéster como material de aterro de estradas sobre os solos compressivos para aligeirar o peso do terreno a cabeça do escorregamento.

6. Método de avaliação do risco de desmoronamentos e queda de blocos

6.1. Altura do talude

No processo de queda de blocos, o material rochoso cai de uma determinada altura vertical do talude. Nesta perspectiva, quanto maior for a altura da zona de queda, maior será a energia potencial dos blocos, se comparados com os localizados a baixa altitude, pelo que representam um maior risco, recebendo uma pontuação mais elevada neste sistema.

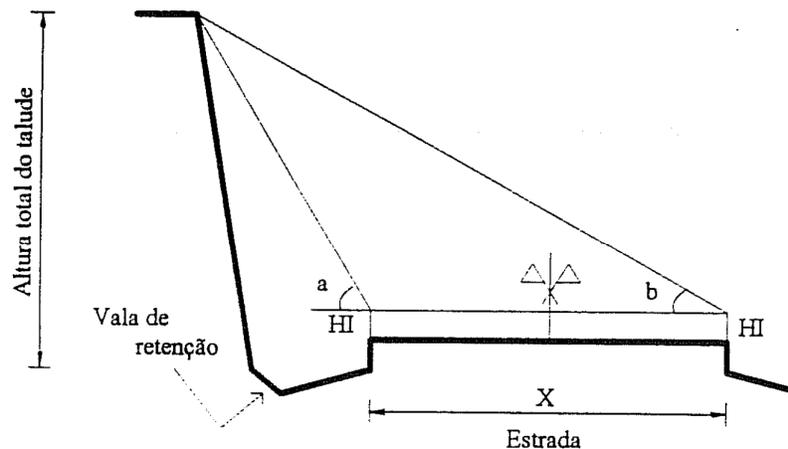


Figura 6.1 - Ilustração da medição da altura de um talude.

$$\text{Altura do Talude} = \frac{(x)\text{Sin}\alpha\text{sin}\beta + \text{H.I}}{\text{Sin}(\alpha - \beta)}$$

sendo: x- distância entre os dois pontos de medição H.I-Altura do instrumento de medição

Através de uma bússola pode-se obter a altura do talude fazendo estimativa a partir da relação entre o ângulo formado pelo ponto de observação e a superfície do talude.

6.2. Situação do talude em relação à estrada

No processo de estabilização ou protecção, é necessário observar dois parâmetros determinantes: a localização onde se inicia a queda dos blocos e sua posição em relação à estrada.

Gaudini (1978) apresenta dois casos:

- a) Blocos ou massa de blocos que caem de um talude imediatamente à estrada, que no caso os blocos depositam-se na vala de retenção, na base do talude.
- b) Os blocos se desprendem de uma zona relativamente distante da estrada, observando-se neste caso um depósito de vertente, podendo ser mais ou menos íngreme e irregular,
De acordo com a sua inclinação e irregularidade da superfície, os depósitos vão constituindo verdades entraves à movimentação dos blocos.

6.3. Eficácia da valeta

Visa atribuir uma pontuação tendo em conta a existência ou não de uma valeta de retenção, que tem como finalidade a retenção dos blocos que caem do talude, de modo a impedir a deposição destes na via.

Na abordagem da eficácia de uma vala de retenção, deve considerar-se aspectos como a altura e inclinação do talude, a largura da vala, a profundidade e a forma da vala de retenção, a provável quantidade de blocos em cada evento e o impacto dos blocos com a superfície do talude irregular. Contando que quanto mais irregular for, mais capacidade de retenção da vala.

A eficácia da vala é estimada a partir da descrição seguinte:

3 Pontos. Captura Boa: A totalidade ou quase a totalidade dos blocos caídos são retidos pela vala de retenção.

9 Pontos. Captura Moderada: A queda de blocos apenas alcança a estrada ocasionalmente.

27 Pontos. Captura Limitada: A queda de blocos frequentemente alcança a estrada.

81 Pontos. Captura Nula: Não existe vala de retenção ou a existente está totalmente ineficaz. A totalidade ou quase totalidade dos blocos alcançam a estrada.

6.4. Retenção pelo depósito de vertente

A dimensão e a forma dos blocos, a inclinação do depósito de vertente, as irregularidades e a vegetação, são as potenciais condições para a retenção dos blocos pelo depósito de vertente

Os blocos em movimento numa superfície inclinada de um depósito de vertente, em alta velocidade, o contacto entre as duas matérias ocorre apenas através das partes mais

salientes. Isso contribui para que a sua trajectória seja uma trajectória livre (no ar). No caso em que os blocos sejam de maiores dimensões em relação às irregularidades da superfície do depósito de vertente, a velocidade do seu deslocamento aumentará, que só será reduzida se algum obstáculo diminuir a sua força. Tal pode ser potenciado pela vegetação ou por um outro bloco de igual ou maior dimensão.

As irregularidades do depósito de vertente influenciam na diminuição da velocidade de movimentação do bloco, na medida em que cada contacto deste com o depósito de vertente, vai perdendo a sua energia cinética com a conseqüente diminuição progressiva da sua velocidade.

É importante a influência da vegetação no processo de travagem do material rochoso, imprimindo uma diminuição na sua velocidade.

A atribuição da pontuação pode ser feita com base na seguinte descrição:

3 Pontos. Inclinação de 45°, com vegetação muito densa a densa.

Para estas inclinações, os blocos têm tendência a rolar ou a deslizar em contacto com a superfície do depósito de vertente. No entanto, a vegetação que geralmente se desenvolve para estas inclinações é muito densa à densa, pelo que os blocos são retidos na superfície do depósito de vertente.

9 Pontos. Inclinação de 55°, com vegetação densa a pouco densa. Para estas, os blocos têm tendência a deslizar ou rolar, mas para inclinações próximas de 65° começa a existir a probabilidade de impactes intermédios com a superfície do talude, dando ao bloco uma componente horizontal da velocidade que impulsiona cada vez mais longe e com trajectórias mais elevadas. No entanto, a vegetação que normalmente se pode desenvolver para estas inclinações é densa, dependendo a travagem do blocos da sua intensidade e das irregularidades existentes na superfície do depósito.

27 Pontos. Inclinação de 65°, com vegetação pouco densa a rara.

Estas inclinações são as mais perigosas tendo em consideração a trajectória que os blocos tomam quando sofrem um impacte numa superfície com uma inclinação próxima das 65°; para inclinações próximas dos 75°, os blocos fazem uma trajectória quase directa à estrada sem impacte intermédio na face do talude natural. A pouca a rara vegetação que se desenvolve, em superfícies com estas inclinações não é suficiente para travar o movimento de um bloco, uma vez que vai aumentando se este embater numa irregularidade de superfície do depósito com a mesma, ou maior dimensão. Neste caso, a probabilidade de travagem do bloco é reduzida.

81 Pontos. Inclinação de 75°, com rara a nenhuma vegetação.

Para inclinações de 75° ou superiores, o bloco que se desprende do talude escarpado raramente tem um impacto com o depósito de vertente. Este é um caso intermédio entre um talude escarpado com um depósito de vertente subvertical e um talude escarpado adjacente à estrada sem vala de retenção. A rara a nenhuma vegetação que normalmente caracteriza estes taludes muito inclinados não tem qualquer influência sobre a retenção de um bloco, podendo pelo contrário funcionar como “rampa” de lançamento de bloco.

6.5. Percentagem média de risco para um veículo

Este factor visa estimar a percentagem média de risco para um veículo (MRV), a qual depende do tempo que este demora a percorrer uma zona sujeita a desmoronamentos e à queda de blocos, ou seja procura-se caracterizar, em percentagem a ocupação da via, função do tráfego médio horário da mesma. Ricardo et. Al.(2012).

Esta percentagem pode estabelecer-se usando a equação baseada no comprimento longitudinal do talude, a média diária de veículos (MDV) e o limite de velocidade máxima permitido na zona. Neste caso pode dizer-se que a pontuação é atribuída em função do tráfego médio horário (TMH), do comprimento do troço e da velocidade limite sendo que quanto menor a velocidade e maior o tráfego maior é o risco (Ricardo et. al.(2012).

$$MRV = \frac{MDV \times \text{comprimento do talude(m)} \times 24(\text{h}) \times 100}{\text{Limite de velocidade máxima sinalizada} \left(\frac{\text{m}}{\text{h}}\right)}$$

Um valor de 100% significa que a média de risco para um veículo que passe dentro da zona limitada de desmoronamentos e queda de blocos é de 100% do tempo. Quando a média diária de veículo é elevada, ou o comprimento do talude é grande, a média de risco pode apresentar valores superiores a 100% do tempo. Tal significa que a qualquer altura estão a circular na mesma zona sujeita a desprendimento de blocos, mais do que um veículo ou que um veículo ao ter que percorrer uma grande distância dentro de uma zona está sujeito a um risco maior.

A percentagem que refere a este factor pode ser estabelecida a partir da seguinte atribuição:

3 Pontos. 25% de risco para um veículo ao percorrer a zona

9 Pontos. 50% de risco para um veículo ao percorrer a zona

27 Pontos. 75% de risco para um veículo ao percorrer a zona

81 Pontos. 100% de risco para um veículo ao percorrer a zona

6.6. Percentagem de decisão da distância de visibilidade

A decisão da distância de visibilidade (DDV) é um factor utilizado para determinar o comprimento da estrada, em metros, em que um condutor pode tomar a decisão de travagem instantânea. A decisão da distância de visibilidade é crítica quando existem obstáculos na estrada de difícil percepção, ou quando são requeridas manobras inesperadas ou fora do comum.

A decisão da distância de visibilidade corresponde à mais pequena distância ao longo da estrada para a qual um objecto, com uma altura específica, é continuamente visível pelo condutor. A distância de visibilidade pode variar apreciavelmente numa zona sujeita a desmoronamentos e queda de blocos. A existência de curvas ou lombas na estrada com obstruções tais como afloramentos de rocha ou vegetação junto às bermas ou saliências sobre a estrada, pode limitar drasticamente a capacidade de um condutor detectar um bloco de rocha caído na via.

A distância de visibilidade de paragem (DVP) recomendada pela JAE (1994) pode ser determinada a partir tabela 7.1.

Os valores da distância medida de visibilidade (DMV) e da distância de visibilidade de paragem (DVP) permitem calcular a percentagem de decisão da distância de viabilidade (DDV) a partir da seguinte expressão:

$$DDV = \frac{DMV \times 100\%}{DVP}$$

Atribui-se a pontuação a partir da seguinte classificação:

3 pontos. Distância adequada: 100%. A distância de visibilidade corresponde a 100% do mínimo valor projectado.

9 pontos. Distância moderada 80%. A distância de visibilidade corresponde a 80% do mínimo valor projectado.

Tabela 7.1 - Distância de visibilidade de paragem

Velocidade (Km/h)	Distância de visibilidade de paragem (m)
40	40
50	60
60	80
70	100
100	180
110	220
120	250
130	320
140	390

27 pontos. Distância limitada 60%. A distância de visibilidade corresponde a 60% do mínimo valor projectado.

81 pontos. Distância muito limitada 40%. A distância de visibilidade corresponde a 40% do mínimo valor projectado.

6.7. Largura da estrada

A largura da estrada é medida perpendicularmente ao eixo da estrada (de berma a berma) e representa o espaço disponível na estrada para evitar um bloco de rocha caído (Neves, a995). Quanto mais larga for a via, menor o risco de ocupação total por blocos caídos do talude, pelo que, vias mais estreitas, terão maior pontuação atribuída.

6.8. Características geológicas

Aborda-se aspectos geológicos do maciço, de que depende a estabilidade do talude relativamente aos desmoronamentos e a queda de blocos.

Os desmoronamentos e queda de blocos ocorrem sob certas condições estruturais que podem ser subdivididos em dois casos:

1º Caso. Aplica-se a taludes onde as diáclases, os planos de estratificação ou outras descontinuidades são aspecto estrutura, dominante.

2º Caso. Aplica-se a taludes onde os desmoronamentos e a queda de blocos são controlados pela erosão diferencial.

Na eventualidade de existência das duas condições e não se verifique qual delas é evidentemente dominante, as duas deverão ser registadas, mas somente o caso que tiver maior pontuação é utilizado na avaliação.

Abaixo faz-se a descrição das duas condições estruturais:

6.8.1. Caso 1 – Descontinuidades

Com este factor, procura-se avaliar a influência que as características e orientação das descontinuidades exercem sobre os taludes provocando os desmoronamentos e queda de blocos.

As descontinuidades condicionam as propriedades geotécnicas do maciços, conferindo – lhe um comportamento em termos de deformabilidade, resistência ao corte e a permeabilidade muito diferente do material que o constitui, produzindo queda de um bloco ou massa de blocos de um talude, quando se ultrapassa a resistência ao corte das descontinuidades que o limitam.

A designação de orientação adversa, para as fracturas que cortam o maciço, envolve considerações tais como a relação entre a orientação das descontinuidades, e a face do talude, o efeito da pressão de água nas fracturas, a intersecção entre descontinuidades, o ângulo de atrito entre as suas superfícies, a acção das raízes da vegetação que se desenvolvem na sua abertura ou a natureza do material de preenchimento.

São fracturas adversas, aquelas que tem capacidade de colocar um volume de maciço numa situação de equilíbrio limite, permitindo o desmoronamento ou a queda de blocos por rotura planar, por cunha ou por "toppling".

A continuidade é um parâmetro que caracteriza a extensão ou área de influência de uma descontinuidade num determinado volume de rocha. O interesse da caracterização da descontinuidade das fracturas está relacionado com a avaliação da resistência ao corte do maciço.

A designação de contínua faz referência a uma família de fracturas que persiste por mais de 3 metros de comprimento no maciço.

A pontuação deste factor é feita considerando a seguinte atribuição:

3 pontos. Fracturas não contínuas, com orientação não adversa. Consiste num maciço fracturado, cuja orientação das diáclases, planos de estratificação etc...não é favorável à queda de blocos.

9 pontos Fracturas contínuas, com orientação aleatória. O maciço contém fracturas com orientação aleatória e baixa continuidade, criando uma compartimentação predominantemente adversa.

27 pontos. Fracturas não contínuas, com orientação não adversa. O maciço exibe uma rede de fracturação bem definida, com planos de estratificação, diáclases, fissuras, etc, com orientação muito adversa à estabilidade do talude.

Este aspecto estrutural do maciço é persistente a muito persistente, apresentando as descontinuidades comprimentos inferiores 3 metros.

81 pontos. Fracturas não contínuas, com orientação não adversa. O maciço exibe uma rede de fracturação bem definida, com planos de estratificação, diáclases, fissuras, etc, com orientação muito adversa à estabilidade do talude.

Este aspecto estrutural do maciço é persistente a muito persistente, apresentando as descontinuidades mais de 3 metros de comprimentos.

6.8.2. Caso 1 - Atrito das descontinuidades

Este parâmetro vai afectar directamente a potencialidade de um bloco se mover relativamente a outro.

O atrito ao longo de uma superfície de diaclasamento, plano de estratificação ou outra descontinuidade é governado pela rugosidade das superfícies onde se dá o movimento. A rugosidade pode ser definida, em sentido restrito, como o grau de aspereza das descontinuidades englobando, em sentido lato, os conceitos de ondulação e denteamento.

Quando se observam descontinuidades com enchimentos de fraca consistência, deve averiguar-se se os blocos entram em contacto em alguma zona, ou seja, se existem irregularidades na superfície das descontinuidades que provocam o atrito suficiente para que não se dê o movimento.

A rugosidade das paredes das descontinuidades é uma característica que interessa considerar, em especial no caso de fracturas limpas ou com pouco material de preenchimento, visto a resistência ao corte do maciço ser directamente influenciada por este parâmetro.

Quando o material de enchimento das fracturas é muito espesso, a eventual existência de rugosidades nas superfícies das descontinuidades deixa de ter influência significativa sobre a resistência do material.

Quando as descontinuidades apresentam um enchimento espesso de produtos resultantes da meteorização do maciço ou quando se observa no talude uma predominância de descontinuidades muito abertas, a possibilidade de ocorrer desprendimentos de blocos é elevada.

A pontuação refere que este factor aumenta proporcionalmente com a diminuição do atrito nas superfícies das descontinuidades.

3 Pontos - Rugosa ou Denteada. As superfícies das descontinuidades têm muitas irregularidades, que à primeira vista dão origem a imbricamentos. Esta elevada rugosidade e denteamento providencia uma situação de atrito elevado que se opõe ao movimento.

Atribui-se **9 pontos** à descontinuidade ondulada, cujas superfícies das descontinuidades apresentam-se onduladas, na sua maior parte, mas sem “pontes” de material ou denteamento entre as suas paredes.

À descontinuidade plana, com superfícies na sua maioria a apresentarem-se planas atribui-se **27 pontos**.

Podem encontrar-se descontinuidades preenchidas de argila ou rocha meteorizada entre as paredes, podendo anular ou reduzir a importância das rugosidades dessas superfícies; assim como fracturas muito abertas e sem preenchimento nem imbricamentos visíveis. À todos atribui-se **81 pontos**.

6.8.3. Caso 2 - Erosão diferencial

Aplica-se aos taludes governados pela erosão diferencial, geralmente constituídos por maciços estratificados, com camadas de rocha branda ou solo facilmente erodíveis sob camadas de rocha resistentes à meteorização.

Este fenómeno conduz a formação de consolas das camadas de rocha mais resistentes, que vão excedendo tensão de resistência do material dada a ausência de suporte, ocasionando rotura, com desprendimento de blocos que podem atingir dimensões variadas de acordo com a espessura da camada resistente em questão.

A pontuação referente a este factor pode ser seleccionada da seguinte atribuição:

3 pontos. Poucas evidências de erosão diferencial. Caso de reduzidas evidências de erosão diferencial, não distribuídas por todo maciço.

9 pontos. Evidências ocasionais de erosão diferencial. Caso de pequenas evidências de erosão diferencial, largamente distribuídas por todo o maciço.

27 Pontos. Evidências de erosão diferencial elevadas. As evidências da erosão diferencial são acentuadas e numerosas em todo maciço.

81 Pontos. Evidências de erosão diferencial muito elevadas. Ocorrência de grandes consolas, criadas por um grau elevado de erosão diferencial

6.8.4. Caso 2 – Diferença em proporção dos níveis erodidos

A diferença em proporção de níveis erodidos reflecte a potencialidade de um desmoronamento ou queda a longo prazo.

As condições de instabilidade de um maciço caracterizado por camadas resistentes em consola sobre camadas mais brandas, podem estar dependentes da intensidade e da evolução da erosão diferencial.

A quantificação do risco traduzido pela erosão diferencial pode reflectir a rapidez com que o fenómeno se está a processar, bem como o diâmetro dos blocos em situação instável ou a frequência das instabilidades.

A pontuação referente a este factor pode ser seleccionada a partir da seguinte atribuição:

3 Pontos. Pequena diferença. Caso em que a proporção de erosão entre a formação branda e a formação rija é muito reduzida, sendo a intensidade e a evolução do fenómeno muito lento.

9 Pontos. Moderada diferença. Caso em que a proporção de erosão entre a formação branda e a formação rija é média dando-se muitas variações na morfologia do talude em alguns anos.

27 Pontos. Elevada diferença. Caso em que a proporção de erosão entre a formação branda e a formação rija é grande, dando-se muitas variações anuais na morfologia do talude.

81 Pontos. Muito elevada diferença. Caso em que a proporção de erosão entre a formação branda e a formação rija é muito grande, originando situações de instabilidade frequentes no maciço.

6.9. Tamanho dos blocos ou volume do blocos resultantes da ruptura

Duas situações de selecção colocam-se: o tamanho dos blocos e o volume. A escolha baseia-se na observação do local, seleccionando o tamanho dos blocos quando se prevê que a rotura promova a queda de blocos isoladamente ou o volume de blocos quando se prevê que a rotura promova deslocamento de volumes ou não de blocos isolados.

$$X = \text{Volume (m}^3\text{)}/2,3$$

A pontuação referente a este factor pode ser seleccionada a partir da seguinte atribuição:

3 pontos. Diâmetro de bloco de 0,5 m ou volume do material que se pode desmoronar de 3,8 m³.

9 pontos. Diâmetro de bloco de 1,0m ou volume do material que se pode desmoronar de 7,6 m³.

27 pontos. Diâmetro de bloco de 2,0 m ou volume do material que se pode desmoronar de 7,6 m³.

81 pontos. Diâmetro de bloco de 4,0m ou volume do material que se pode desmoronar de 30,4 m³.

6.10. Clima e presença de água no talude

A análise deste fenómeno enquadra a presença de água (precipitação) visto que exerce uma grande influência na instabilidade das estruturas do talude. É neste aspecto necessário fazer a análise caso exista do historial de queda de blocos em dias de precipitação.

Consideram-se zonas de baixa precipitação aquelas com valores da ordem dos 550 mm/ano e zonas de elevada precipitação para locais com valores da ordem dos 1375 mm/ano. Ricardo et al (2012).

3 pontos. Corresponde a uma natureza de precipitação pequena a moderada (508 mm) sem períodos de gelo/degelo e sem água no talude.

9 pontos. Corresponde a uma área com precipitação moderada (762 mm) ou com pequenos períodos de gelo/degelo, ou com uma circulação de água intermitente no talude.

27 pontos. Corresponde a uma área com precipitação elevada (1016 mm) ou com longos períodos de gelo/degelo, ou com uma circulação permanente de água no talude.

81 pontos. Corresponde a uma área com precipitação muito elevada (1270 mm) ou uma circulação de água com grandes caudais no talude. Qualquer destas duas situações é acompanhada de um longo período de gelo/degelo.

6.11. Vegetação

Quando a vegetação está situada no topo de um talude, as raízes têm tendência a abrir as descontinuidades constituindo um factor agravante na estabilidade do mesmo.

A penetração das raízes pelas superfícies de rotura das rochas, além de favorecer a passagem da água, origina a decomposição dos materiais contribuindo para a diminuição da resistência ao corte no maciço.

A camada vegetativa no topo do talude encontra grande humidade, o que também é desfavorável a estabilidade do maciço.

A pontuação referente a este factor pode ser seleccionada a partir da seguinte atribuição:

3 pontos. Vegetação Favorável. Este critério corresponde a locais quase sem vegetação na crista ou na face do talude, ou cujas raízes são insuficientes para abrir as descontinuidades e descomprimir o maciço.

9 pontos. Vegetação pouco desfavorável. É utilizado este critério em taludes com vegetação fraca cujas raízes só muito esporadicamente podem favorecendo o desprendimento de blocos.

27 pontos. Vegetação muito desfavorável. Vegetação abundante na crista e no topo do talude cujas raízes, ao sofrerem crescimento, tendem a abrir as fissuras favorecendo o desprendimento de blocos.

81 pontos. Vegetação extremamente desfavorável. Caso de um talude com uma vegetação densa na sua crista ou face; o desenvolvimento das raízes muito numerosas tendem a abrir as descontinuidades, originando a descompressão do maciço e favorecendo a meteorização da rocha, podendo originar a queda de numerosos blocos ou o desmoronamento do material meteorizado.

6.12. Medidas existentes de estabilização e ou protecção

A apreciação da eficácia de um dispositivo de estabilização ou protecção instalado num talude pode ser muito subjectivo.

A pontuação referente a este factor pode ser seleccionada a partir da seguinte atribuição:

3 pontos. Totalmente eficaz. Os dispositivos de estabilização ou protecção instalados no maciço são muito eficazes; se houver a queda de um bloco este nunca atinge a estrada.

9 pontos. Eficaz. Os dispositivos de estabilização ou protecção são eficazes no caso de determinado bloco ou massa de blocos para os quais foram dimensionados; no entanto, podem existir no mesmo talude um bloco ou massa de blocos localizados, em equilíbrio limite, para as quais as medidas de controlo não são eficientes.

27 Pontos. Pouco Eficazes. Os dispositivos de estabilização e ou protecção são eficazes, parte dos blocos que se desprendem do maciço podem atingir a estrada.

81 pontos. Ineficaz ou inexistente. Os dispositivos de estabilização ou protecção foram mal dimensionados, de tal forma que um bloco ou uma massa de blocos que se desprenda do maciço atinge sempre a estrada; Esta pontuação é igualmente atribuída no caso de não existir nenhuma medida de estabilização ou protecção instalada no maciço.

6.13. História de desmoronamento e queda de blocos

Esta informação poderá ser obtida junto das entidades responsáveis pela manutenção da estrada, existindo, no entanto, hipótese de não se ter uma história avaliável dos taludes construídos há pouco tempo ou onde a documentação praticada é pobre em informação é muito importante se se dispuser de um ficheiro das ocorrências anteriores, havendo uma maior fiabilidade das conclusões que tiram do risco de desmoronamentos e queda de blocos numa certa zona instável.

A pontuação que se atribui a este factor baseia-se no conhecimento da maior ou menor facilidade com que num local se produzem desmoronamentos ou queda de blocos, a qual reflecte a frequência de ocorrência deste tipo de movimento.

3 pontos. Raras ocorrências. Ocorre queda de blocos poucas vezes por ano, ou somente durante grandes temporais, de acordo com a informação histórica, não sendo um problema persistente. Este critério deverá também ser utilizado se não existirem registos históricos.

9 pontos. Ocorrências pouco frequentes. A queda de blocos ocorre regularmente. É expectável que este fenómeno ocorra várias vezes por ano e durante a maior parte dos temporais.

27 pontos. Ocorrências frequentes. A queda de blocos ocorre frequentemente durante uma certa estação do ano em relação com a estação das chuvas, ou num inverno muito frio com bastantes ciclos gelo/degelo, etc, não ocorrendo durante o resto do ano.

81 pontos. Ocorrências de desmoronamentos e quedas de blocos frequentes durante todo ano.

7. Aplicação do método de avaliação do risco de desmoronamentos e queda de blocos. Caso real

7.1. Introdução

O trecho de estrada secundária sem nº que liga a sede do Município da Baía Farta e a Baía da Macaca, há cerca de 6 km de comprimento, tem um talude com inclinação que varia entre os 48º aos 80º. Este talude tem aproximadamente 5 Km.

As causas principais da instabilidade neste talude são as condições de natureza geológica, e geomorfológica, resultando em desprendimentos e queda de blocos para estrada, condicionando deste modo a segurança dos utentes desta via rodoviária.

7.2. Altura do talude

Este parâmetro está relacionado com a energia potencial de uma massa de rocha e portanto quanto maior for a altura maior será o risco envolvido na queda de blocos ou cunhas. Entretanto este talude tem uma cota máxima de 56 metros

7.3. Situação do talude em relação à estrada

Baseando-se na medição no local, é sensato dizer que a situação do talude em relação à estrada varia de 1 m – 154 m.

7.4. Eficácia da valeta

Nesta perspectiva é importante referir que este parâmetro refere a capacidade da valeta na retenção de blocos ou massas rochosas, evitando que estes atinjam a estrada, que na verdade no caso em estudo não permite tratar sobre este parâmetro pelo facto de a via não apresentar nenhuma obra de protecção.

7.5. Percentagem média de risco para um veículo

A probabilidade de um veículo ser atingido por blocos rochosos em queda está ligada a extensão do talude. Com a utilização da equação

$$MRV = \frac{MDV \times \text{comprimento do talude(m)} \times 24(h) \times 100}{\text{Limite de velocidade máxima sinalizada} \left(\frac{m}{h}\right)}$$

foi possível a determinação do risco médio para veículos. Tendo em conta a TMH é de 180 veículos por hora, e o comprimento é de 188 m, 109 m, 103m, 181m, 200 m , 210,5m, 400 m, 300m e 400 m para os troços 1 e 2 do talude 1, e para os troços 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do talude 2, considerando que a velocidade limite estabelecida para ambos os troços, por sinalização vertical, é de 80 km/h, o AVR é igual a 1,2%, 0,7%, 0,6%, 1,1%, 1,3%, 1,3%, 2,5% , 1,9% e 2,5 % respectivamente.

7.6. Percentagem de decisão da distância de visibilidade

Este parâmetro está relacionado com facto provocar ocorrência de acidentes após a queda de blocos ou massa de blocos projectados na estrada. O condutor pode livrar-se do acidente, travando ou desviando. Para esse efeito o condutor precisa de distância de visibilidade de decisão e, o risco aumenta com a diminuição deste parâmetro.

7.7. Largura da estrada

Baseando – se da medição no local foi possível determinar que o seu perfil não é uniforme, apresentando uma variação entre 4m-9m. Este facto explica-se por se tratar de uma via secundária, e o tipo de material (arenitos).

7.8. Caracterização geológica

Ocorrem dois principais grupos de fracturas de direcções SE-NW e SW-NE que são associados ao diaclasamento em regra subvertical que varia em contínuo e descontínuo, ao grau de alteração e à erosão diferencial, são principais condicionantes da estabilidade das vertentes dos taludes naturais existentes neste pedaço de estrada.

Considerou-se o caso 1. Através de análise visual no local determinou-se com base na orientação das descontinuidades, que se tratava de diaclases contínuas com orientações desfavoráveis.

7.9. Caracterização estrutural

Comportamento dos maciços rochosos é condicionado pelas famílias de descontinuidades. A pontuação deste parâmetro fez-se com base na observação e nas medições das orientações. Quando os planos das descontinuidades inclinam para estrada, está-se perante uma potencial instabilidade, pelo que o grau de risco será elevado.

7.10. Diâmetro de bloco ou volume de material desmoronado

Atendendo ao observado no local e às medições efectuadas, considerou-se para ambos os troços um tamanho de blocos da ordem dos 1,2 metros. Mas deve dizer que em todos taludes os blocos encontrados na sua maioria foram intervencionados pelo homem e que por isso este parâmetro pode não corresponder com o real diâmetro dos blocos.

7.11. Clima e presença de água no talude

O clima nesta região é caracterizado como tropical seco e por causa das suas características neste talude denota-se uma grande secura, não se observando qualquer presença de água.

7.12. Vegetação

A vegetação nesta zona pode ser considerada escassa, considerando que verifica –se a presença de vegetação arbustiva e capim rasteiro em pequena representação.

7.13. Medidas existentes de estabilização e ou protecção

No troço em estudo não se apresenta qualquer intervenção no sentido estabilizar ou proteger a estrada e as pessoas que no seu dia - a - dia utilizam esta rodovia.

7.14. História de desmoronamento e queda de blocos

O registo de quedas ao longo dos tempos constitui uma referência para a previsão de futuras ocorrências.

Considerou-se para qualquer um dos sistemas como inexistência de quedas ou poucas, atendendo que não existe qualquer informação ou registo sobre quedas de blocos, embora a Repartição de estudos e planeamento da Administração Municipal da Baía Farta tenha garantido que de quando em quando ocorra nesta zona fenómenos de desmoronamentos e queda de blocos, mas devido a acção humana não tem sido possível realizar o levantamento destas ocorrências.

8. Considerações Finais. Sugestões

Este trabalho teve como o objectivo central avaliar a susceptibilidade a queda de blocos rochosos no talude natural adjacente a Estrada que liga a sede do município da Baía Farta a Baía da Macaca, tendo como base a aplicação dos modelos matemáticos, que permitiram fazer o levantamento dos aspectos mecânicos , topográficos e hidrológicos.

As situações de instabilidades são influenciadas principalmente pela morfologia do talude, pela litologia, estrutura, clima e pela a cobertura vegetal.

No caso real os principais elementos que influenciam a instabilidade nestes taludes, são a litologia (variação da coesão das rochas) e a estrutura do talude.

Os taludes estudados não apresentam nenhuma das medidas de prevenção e /ou de protecção para impedir que blocos desprendidos possam atingir a estrada, ou que impeçam o seu desprendimento e criem problemas matérias e humanos aos utentes desta rodovia.

O clima nesta região é árido e os materiais geológicos que constituem a vertente são principalmente os arenitos e calcários .

Da observação realizada na área de investigação, aferiu-se que dentro das zonas com susceptibilidade ao deslizamento existem determinadas áreas que apresentam maior vulnerabilidade. Fazem parte deste grupo os trechos com elevada fracturação, erodidos na base, e com geometria não favorável a estabilidade dos blocos, que só não exigem uma aplicação de medidas de estabilização do talude, a curto prazo, por causa da influência do depósito de vertente que para além de ser vasto , está coberto de matérias de praia(areias) que funcionam como verdadeiro entrave para o movimento dos blocos até a estrada.

Não fosse este facto, tendo em conta o observado, sugeríamos à Administração da Baía Farta a r a asfaltagem da via, e colocar nela uma valeta que pudesse recolher os blocos caídos do talude.

Apesar de genericamente este talude não constituir perigo aos utentes da via, sugerimos a Administração do Município da Baía Farta, no sentido de alterar a geometria do talude nº 1 na zona 2, que se encontra a S12º40'534 e E13º07'964, devido ao risco que representa.

Desta forma, este trabalho aparece como contribuição para próximos trabalhos de planeamento e ordenamento do território na província de Benguela e no município da Baía Farta em particular, através da caracterização dos taludes no âmbito de instabilidade do material rochoso que podem provocar problemas para as populações daquela região.

9. Bibliografia

ABGE (1994) - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente-Divisão de Geologia.São Paulo.

Ayala, F. et al. (1987) - Manual de Taludes. Instituto Geológico y Mineiro de España (IGME) e Estudios y proyectos Tecnicos industriales. S.A (EPTISA),Madrid.

Barisone,G.(1992) - Correlations among geotechnical characteristics, fracturation, degree and stability of rock slopes.

Carreto, P. (1989) - Técnicas de Estabilidades in Ignium, Revista da Ordem dos Engenheiros.

Carson, M. A.; Kirkby, M.J. (1975) - Hillslope Form and Processes. 2.ed., Cambridge University Press, Malta.

Carvalho G.S. (1961) - Alguns Problemas dos Terraços Quaternários do Litoral de Angola. In Boletim Nº 2 dos Serviços de Geologia e Minas de Angola; Luanda.

Cruden, D. M. & Varnes D.J. (1996) Landslide types and process. Transportation Research Board Special Report, 247, Washington D.C.,pp 36-71

Diniz & Aguiar (1969) - Regiões Naturais de Angola, 3ª Edição. Instituto de Investigação Agronómica de Angola.

Diniz A. C. (1998) - Angola o Meio Físico e Potencialidades Agrárias, 2ª edição, Lisboa.

Diniz, A. C. (2006) - Características Mesológicas de Angola, 2ª edição. Lisboa.

Erloza, G. M. (2008) - Geomorfología.Madrid-España.

Ervedosa, C.(1978) - Arqueologia Angolana

.Farmer, I. W.(1992) - Reinforcement and support of rock mass".Fernandes, M. M. (2011) Mecânica dos solos; Introdução à Engenharia Geotécnica, Volume 2. FEUP edições, Universidade do Porto.

Fernandes, N. F. & Amaral, C. P. (1996) - Movimentos de massa: uma abordagem geológico, geomorfológica. In: Desastres Naturais: conhecer para prevenir pp 27-38 Jair Santoro, Lídia Keiko Tominaga, Rosangela do Amaral.

Ferrer, M. (1988) - Deslizamientos, desprendimientos, flujos y avalanchas. In: Riesgos Geológicos. Serie Geología Ambiental. IGME. Madrid. pp. 175-192

Filho O. A. (1994) - Escorregamentos em encostas Naturais e ocupadas: Análise e Controle.in Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente.

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

- Feio M. (1960) - As Praias Levantadas da Região do Lobito. In Garcia de Orta Vol. 8, nº 2:357-370.
- Galvão C. F (1972) - Notícia Explicativa da carta geológica 1:100.000; Folha nº 227-228 Luanda.
- Gaudin, M. M. et al. (1978) - Eboulements et chutes de pierres sur les routes- Recensement des parades. GEF (Grupo d'études des falaises). Ministère de l'environnement et du cadre de vie. Ministère des transportes, Rapport recherche LPC nº 81.
- Gijon F.& Mercedes. Deslizamientos, Desprendimientos, Flujos y Avalanchas. In Riscos Geológicos. Instituto Geológico y Mineiro de España.
- Giani,G. P. (1992) - Rock slope stability analysis. Balkema/Rotterdam/Bookfield/1992. Pp 10-178.
- Guidicini G.e Nieble, C. M. (1993) - Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. Editora Edgard Blücher LTDA. São Paulo,.
- Highland, L.M.& Bobrowsky, P.(2008) - O Manual de deslizamento-Um Guia para a Compreensão de Deslizamentos, Virgínia.
- Holtz ,R. D. & Schuster, R. L. Stabilization of Soil Slopes, Transportation Research Board Special Report, 247,Washington D.C., p.439-449.
- Hoek, E. & Bray, J. - (1977) Rock slope Engineering. The Institution of Mining and Metallurgy, London.
- Hunt, R. (1984) – Geological engineering investigation manual. Ed.McGraw-Hill.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINEIRO DE ESPAÑA (1985-1986) - Manual de taludes, pp 09-38.
- IRSM - (1978) – Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. Int. Jour, Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Abst. Vol.15, pp.319-368.
- JAE (1990) - Recenseamento do tráfego 1990-Rede Nacional do continente. Min. Obras públicas transportes e comunicações.
- Kobiyama, M. (2006) - Prevenção de Desastres Naturais.
- Lawrence A. Pierson, C. E., & Robert Van Vickie, R. P. (1993) - Rockfall Hazard Rating System. Federal Highway Administration, Washington DC:
- Mercedes e Gijon, F.(1999) - Riesgos Geológicos, Celebrado em Madrid. Instituto Geológico y Mineiro de España Deslizamiento, Desprendimientos, Flujos y Avalanchas.
- Neves, M.B.X.H. (1995) - Desmoronamentos e queda de blocos em taludes naturais e de escavação. Tese de mestrado, Universidade Nova Lisboa.
- Norrishn.& Wyllie,D. C. (1996) - Rock slop stability analysis. Transportation Research Board Special Report, 247,Washington D.C., p.391-423.

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

Oliveira , R.(sem data) - Taludes Naturais e de Escavação

Papini, M. e Scesi, L. (1992) Geological conditions and stability of rock slopes: two case studies.

Passasi, M. E. (2011) - Caracterização Geoambiental e Perspectivas de Ordenamento da Faixa Litoral do Município da Baía Farta (Angola).

Pierson, L.A. (1991) - Rockfall Hazard Rating System. C.E.G,Oregon Department of Transportation.

Ricardo, P. et al. (2012) - Aplicação do sistema de avaliação de risco Rock, Hazard Rating System nos taludes da via EN 353 em Idanha a Nova.

Saraiva , A. L. A & Andrade, P. (2003) - Evolução Temporal de Taludes Naturais e de Escavação, Coimbra.

Selby, M. J. - (1993) - Hillslope: Materials and processes. Oxford, England, Oxford University Press.

Schuster. R. L.(1996) - Socioeconomic significance of landslides. Transportation Research Board Special Report, 247, Washington D.C., p.12-31.

Vanacôr, R. N. (2006) - Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao mapeamento das áreas susceptíveis a movimentos de massa na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Varnes, D. J. (1978) - Slope Movement Types and Processes. In Schuster, R. L.; Krizek, R. J.(Eds.), Landslides, Analysis and Control. Transportation Research Board Special Report, 176,Washington D.C., p.11-33.

Wyllie,D. C. & Norrish,N. I. (1996) - Rock slop stability analysis Transportation Research Board Special Report, 247,Washington D.C., p.474- 498.

Zêzere, J. L. (1997) - Movimentos de vertente e perigosidade geomorfológica na Região a Norte de Lisboa. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Lisboa.

ANEXOS. FICHAS DE TALUDES

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS				
LOCALIZAÇÃO: Estrada Baía Farta - Macaca 12°40'131; 13°07'798				DATA: 08/02/2013
ZONA: 01 - Talude 1-1				AUTOR: S. Ussanje
ALTURA DO TALUDE (metros): 71				PONTUAÇÃO: 71,9
SITUAÇÃO DO TALUDE EM RELAÇÃO À ESTRADA	SEPARADO POR DEPÓSITO DE VERTENTE	RETENÇÃO PELO DEPÓSITO DE VERTENTE	INCLINAÇÃO: 68° SEPARAÇÃO NA HORIZONTAL (metros): 3 VEGETAÇÃO: Escassa	PONTUAÇÃO: 1,8
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA VALA DE RETENÇÃO	PROFUNDIDADE (metros): LARGURA (metros):	PONTUAÇÃO: 81
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS (carros/dia): 120 COMPRIMENTO DO TALUDE (metros): 188			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO PARA UM VEÍCULO (MRV): 1,2 PONTUAÇÃO: 0,1	
VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA (km/h): 80 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM (metros): 114 DISTÂNCIA MEDIDA DE VISIBILIDADE (metros): 40			PERCENTAGEM DE DECISÃO DA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (DDV): 35,1 PONTUAÇÃO: 81	
LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS (metros): 7			PONTUAÇÃO: 1,6	

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA

ZONA: 01 Estrada Baía Farta - Macaca

FOTOGRAFIA.



OBSERVAÇÕES: A estrada que liga a sede do município da Baía Farta a Baía da Macaca estende-se relativamente adjacente a um talude natural, subvertical de 71 metros de altura e um pendor de 68°. Litologicamente o talude é formado por calcários e por arenitos. As camadas rochosas encontram-se fracturadas. A fracturação rochosa que se verifica nesta zona permite o estabelecimento de situações de instabilidade, que no caso vai potenciar a queda de blocos.

A vegetação não se regista quer no topo, quer nas faces, com excepção da sua base onde se pode observar um capim rasteiro.

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

ZONA:01			
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO 1	DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:9
		ATRITO DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:3
	CASO 2	EROSÃO DIFERENCIAL	PONTUAÇÃO:3
		DIFERENÇA EM PROPORÇÃO DOS NÍVEIS ERODIDOS	PONTUAÇÃO:3
DIÂMETRO DO BLOCO (metros):1,66 ou QUANTIDADE DE MATERIAL DESMORONADO (metros cúbicos):			PONTUAÇÃO:22,4
CARACTERÍSTICAS DO CLIMA:Tropical seco			CONSIDERAÇÕES GERAIS: Níveis baixos de precipitações. O regime das temperaturas é muito irregular, longos meses de estação seca onde a precipitação pode ser nula. Sem períodos de gelo/degelo.
PRESENÇA DE ÁGUA NO TALUDE:Não se regista presença de água neste talude.			
CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO:Escassa			PONTUAÇÃO:3
MEDIDAS EXISTENTES DE ESTABILIZAÇÃO E/OU PROTECÇÃO: Não se observam quaisquer obras de de estabilização e / ou protecção.			PONTUAÇÃO:81
HISTÓRIA DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS: Não há registos destes fenómenos, pese embora a Repartição de estudos e planeamento da Administração municipal da Baía Farta admita que têm ocorrido algumas situações de quedas de blocos, mas que devido à acção humana não tem sido possível proceder o levantamento destes eventos.			PONTUAÇÃO:3
PONTUAÇÃO TOTAL:367,8			PERCENTAGEM:24,5

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS				
LOCALIZAÇÃO: Estrada secundária Baía Farta-Macaca			DATA: 08/03/2013	
ZONA: 02 Talude 1-2			AUTOR: S.Ussanje	
ALTURA DO TALUDE (metros): 68				PONTUAÇÃO: 33,4
SITUAÇÃO DO TALUDE EM RELAÇÃO À ESTRADA	SEPARADO POR DEPÓSITO DE VERTENTE	RETENÇÃO PELO DEPÓSITO DE VERTENTE	INCLINAÇÃO: 66 SEPARAÇÃO NA HORIZONTAL (metros): 0,5 VEGETAÇÃO: Escassa	PONTUAÇÃO: 27,4
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA VALA DE RETENÇÃO	PROFUNDIDADE (metros): LARGURA (metros):	PONTUAÇÃO: 81
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS (carros/dia): 120 COMPRIMENTO DO TALUDE (metros): 109			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO PARA UM VEÍCULO (MRV): 0,7 PONTUAÇÃO: 3	
VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA (km/h) 80 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM (metros): 114 DISTÂNCIA MEDIDA DE VISIBILIDADE (metros): 24			PERCENTAGEM DE DECISÃO DA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (DDV): 21,1 PONTUAÇÃO: 81	
LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS 7 m			PONTUAÇÃO: 1,8	

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA	
ZONA:02	FOTOGRAFIA.
	
<p>OBSERVAÇÕES: A estrada neste troço estende-se de forma muito adjacente ao talude que possui cerca de 68 metros de altura e que se encontra separado da estrada por um depósito de vertente de 0,5-1,5 metros. Com uma extensão de 109 m este talude tem uma inclinação de 66°, basicamente constituído por arenitos e calcários, que apresentam um grau de alteração moderado. Entretanto apresenta um sector muito diaclasado, principalmente na zona superior do talude. A vegetação pode considerar-se escassa visto que zona predomina e uma presença ínfima de arbustos.</p>	

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

ZONA:02			
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO 1	DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:3
		ATRITO DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:9
	CASO 2	EROSÃO DIFERENCIAL	PONTUAÇÃO:3
		DIFERENÇA EM PROPORÇÃO DOS NÍVEIS ERODIDOS	PONTUAÇÃO:3
DIÂMETRO DO BLOCO (metros): ou QUANTIDADE DE MATERIAL DESMORONADO (metros cúbicos):		PONTUAÇÃO:22,4	
CARACTERÍSTICAS DO CLIMA: Clima Tropical seco		CONSIDERAÇÕES GERAIS: Níveis baixos de precipitação. O regime das temperaturas é muito irregular longos meses de estação seca onde a precipitação pode ser nula. Sem períodos de gelo/degelo.	
PRESENÇA DE ÁGUA NO TALUDE: Não se observa nenhuma exurgência de água neste talude.			
CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO: predomina nesta zona a erva seca e arbustos em pequena representação. PONTUAÇÃO:3			
MEDIDAS EXISTENTES DE ESTABILIZAÇÃO E/OU PROTECÇÃO: Neste sector não se apresenta nenhuma obra de estabilização e /ou protecção. PONTUAÇÃO:81			
HISTÓRIA DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS: Não há registos de desmoronamentos e quedas de blocos, embora a Repartição de estudos e planeamento da Administração municipal da Baía Farta admita que têm ocorrido algumas situações de quedas de blocos, mas que devido à acção humana não tem sido possível proceder o levantamento destes eventos. PONTUAÇÃO:3			
PONTUAÇÃO TOTAL: 358		PERCENTAGEM:23,9	

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS				
LOCALIZAÇÃO: Talude 2 _ Estrada Baía Farta - Macaca				DATA: 08/03/2013
ZONA: 2.1 S12°39'628 ; S 13°09'379 Talude 2-1				AUTOR: S.Ussanje
ALTURA DO TALUDE (metros): 64				PONTUAÇÃO: 31,4
SITUAÇÃO DO TALUDE EM RELAÇÃO À ESTRADA	SEPARADO POR DEPÓSITO DE VERTENTE	RETENÇÃO PELO DEPÓSITO DE VERTENTE	INCLINAÇÃO: 60° SEPARAÇÃO NA HORIZONTAL (metros): 48 VEGETAÇÃO:	PONTUAÇÃO: 3,2
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA VALA DE RETENÇÃO	PROFUNDIDADE (metros): LARGURA (metros):	PONTUAÇÃO: 81
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS (carros/dia): 120 COMPRIMENTO DO TALUDE (metros): 181			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO PARA UM VEÍCULO (MRV): 1,1 PONTUAÇÃO: 0,1	
VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA 80 km/h DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM (metros): 114 DISTÂNCIA MEDIDA DE VISIBILIDADE (metros): 52			PERCENTAGEM DE DECISÃO DA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (DDV) 45,6 PONTUAÇÃO: 33,5	
LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS 10 m			PONTUAÇÃO: 2,2	

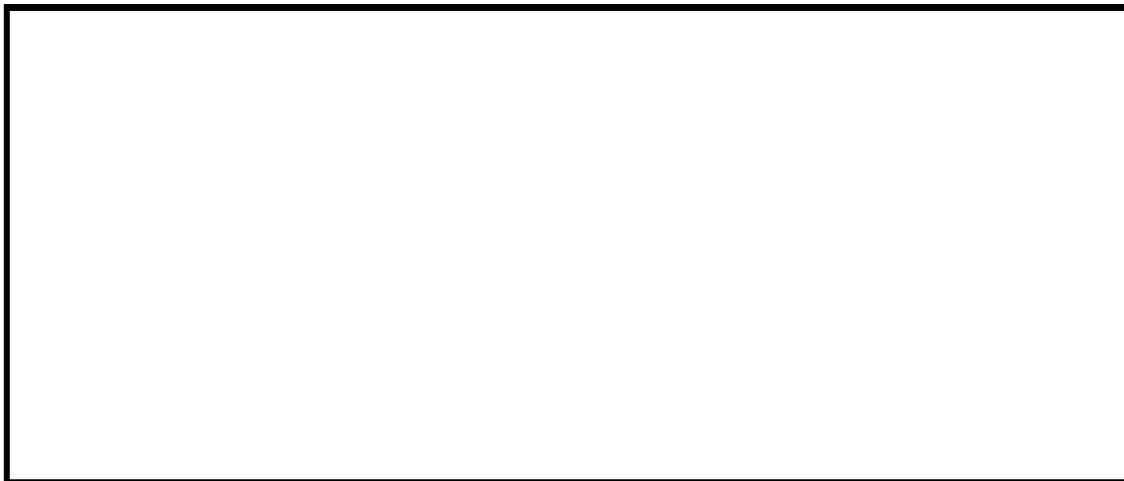
CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA	
ZONA: 2.1	FOTOGRAFIA.
	
<p>OBSERVAÇÕES: Esta zona é caracterizado por um talude natural subvertical, com uma cota de 64 metros, adjacente a uma rodovia de carácter secundário, que serve de comunicação entre a sede do município e a Baía da Macaca. Litologicamente podemos referir a presença de arenito, calcários e conglomerados. Neste sector manifestam-se diaclases que variam entre 1,4 cm a 36 cm de largura e de 30 cm a 3 metros de altura. Na face deste talude podem encontrar-se alguma vegetação arbustiva que a seu grau vão influenciar na instabilidade do talude. Relativamente à presença de água, pode-se dizer que não há nenhum registo neste talude.</p>	

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

ZONA:2.1			
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO 1	DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:3
		ATRITO DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:9
	CASO 2	EROSÃO DIFERENCIAL	PONTUAÇÃO:3
		DIFERENÇA EM PROPORÇÃO DOS NÍVEIS ERODIDOS	PONTUAÇÃO:3
DIÂMETRO DO BLOCO (metros):24,8 ou QUANTIDADE DE MATERIAL DESMORONADO (metros cúbicos):		PONTUAÇÃO:7,4	
CARACTERÍSTICAS DO CLIMA:Tropical seco		CONSIDERAÇÕES GERAIS: Níveis baixos de precipitações. O regime das temperaturas é muito irregular; longos meses de estação seca onde a precipitação pode ser nula. Sem períodos de gelo/degelo.	
PRESENÇA DE ÁGUA NO TALUDE: Sem quaisquer exurgências de água.			
CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO: predomina nesta zona a erva seca e arbustos em pequena representação.		PONTUAÇÃO:3	
MEDIDAS EXISTENTES DE ESTABILIZAÇÃO E/OU PROTECÇÃO: Neste sector não se apresenta nenhuma obra de estabilização e /ou protecção.		PONTUAÇÃO:81	
HISTÓRIA DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS: Não há registos de desmoronamentos e quedas de blocos, embora a Repartição de Estudos e Planeamento da Administração Municipal da Baía Farta admita que têm ocorrido algumas situações de quedas de blocos, mas que devido à acção humana não tem sido possível proceder o levantamento destes eventos.		PONTUAÇÃO:3	
PONTUAÇÃO TOTAL: 266,8		PERCENTAGEM:17,8	

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS				
LOCALIZAÇÃO: Estrada Baía Farta - Macaca				DATA: 08/03/2013
ZONA: 2.2 S 12°39'577 E 13°09'407 Talude 2-2				AUTOR: S.Ussanje
ALTURA DO TALUDE (metros): 54				PONTUAÇÃO: 26,5
SITUAÇÃO DO TALUDE EM RELAÇÃO À ESTRADA	SEPARADO POR DEPÓSITO DE VERTENTE	RETENÇÃO PELO DEPÓSITO DE VERTENTE	INCLINAÇÃO: 60° SEPARAÇÃO NA HORIZONTAL (metros): 48 VEGETAÇÃO: Fraca	PONTUAÇÃO: 51,8
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA VALA DE RETENÇÃO	PROFUNDIDADE (metros): LARGURA (metros):	PONTUAÇÃO: 81
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS (carros/dia): 120 COMPRIMENTO DO TALUDE (metros): 200			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO PARA UM VEÍCULO (MRV): 1,3 PONTUAÇÃO: 3	
VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA (km/h): 80 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM (m) 114 DISTÂNCIA MEDIDA DE VISIBILIDADE (metros): 47			PERCENTAGEM DE DECISÃO DA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (DDV): 0,4 PONTUAÇÃO: 79,4	
LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS (m) 9			PONTUAÇÃO: 2	



CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA

ZONA: 2.2

FOTOGRAFIA.



OBSERVAÇÕES: O trecho é caracterizado por um talude natural escarpado, com 60° e 54 metros de altura. É composto por arenitos e calcários. Encontram-se pouco alterados, observando-se falésias que em certas ocasiões são influenciadas pela pequena vegetação que aí se encontra.

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO 1	DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:3
		ATRITO DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:9
	CASO 2	EROSÃO DIFERENCIAL	PONTUAÇÃO:3
		DIFERENÇA EM PROPORÇÃO DOS NÍVEIS ERODIDOS	PONTUAÇÃO:3
DIÂMETRO DO BLOCO (metros): ou QUANTIDADE DE MATERIAL DESMORONADO (metros cúbicos):		PONTUAÇÃO:...	
CARACTERÍSTICAS DO CLIMA: Tropic seco		CONSIDERAÇÕES GERAIS: Este possui características próprias: Níveis baixos de precipitações. O regime das temperaturas é muito irregular; longos meses de estação seca onde a precipitação pode ser nula. Sem períodos de gelo/degelo.	
PRESENÇA DE ÁGUA NO TALUDE: Nenhuma presença de água.			
CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO: predomina nesta zona a erva seca e arbustos em pequena representação.		PONTUAÇÃO:3	
MEDIDAS EXISTENTES DE ESTABILIZAÇÃO E/OU PROTECÇÃO: Neste sector não se apresenta nenhuma obra de estabilização e /ou protecção.		PONTUAÇÃO:81	
HISTÓRIA DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS: Não há registos de desmoronamentos e quedas de blocos, embora a Repartição de Estudos e Planeamento da Administração Municipal da Baía Farta admita que tem ocorrido algumas situações de quedas de blocos, mas que devido à acção humana não tem sido possível proceder o levantamento destes eventos.		PONTUAÇÃO:3	
PONTUAÇÃO TOTAL:351		PERCENTAGEM:25,1	

Estudo da Instabilidade de Taludes na Baía Farta – Benguela (Angola)

FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS				
LOCALIZAÇÃO: Estrada Baía Farta - Maca			DATA: 08/03/2013	
ZONA: 2.3 S 12°39'487 E 13°09'472			AUTOR: S. Ussanje	
ALTURA DO TALUDE (metros): 54			PONTUAÇÃO: 26,5	
SITUAÇÃO DO TALUDE EM RELAÇÃO À ESTRADA	SEPARADO POR DEPÓSITO DE VERTENTE	RETENÇÃO PELO DEPÓSITO DE VERTENTE	INCLINAÇÃO: 77 SEPARAÇÃO NA HORIZONTAL (metros): 154 VEGETAÇÃO: Fraca	PONTUAÇÃO: 81
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA VALA DE RETENÇÃO	PROFUNDIDADE (metros): LARGURA (metros):	PONTUAÇÃO: 81
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS (carros/dia): 120 COMPRIMENTO DO TALUDE (metros): 210,5			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO P UM VEÍCULO (MRV): 1,3 PONTUAÇÃO: 12,5	
VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA (km/h): 80 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM: 114 m DISTÂNCIA MEDIDA DE VISIBILIDADE (metros): 40			PERCENTAGEM DE DECISÃO DA ISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (DDV) 27,7 PONTUAÇÃO: 81	
LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS (metros): 8			PONTUAÇÃO: 1,8	
A				

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA

ZONA: 2.3

FOTOGRAFIA.



OBSERVAÇÕES: A zona é por talude natural escarpado de aproximadamente 54 metros de altura, e está separado da estrada por um depósito de vertente de aproximadamente 154 metros e estende-se num comprimento de 210,5 metros. O talude está estruturado em camadas finas dispostas horizontalmente, afectadas pela erosão principalmente na sua base. O material rochoso deste talude apresenta um certo grau de alteração. A inclinação do talude, conjugada com o vasto depósito de vertente e as areias que cobrem este, sugerem a diminuição do impacto dos blocos rochosos que se desprendem do talude e impedem que estes atinjam a estrada.

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA	
ZONA: 2.3.2	FOTOGRAFIA.
	
<p>OBSERVAÇÕES: <i>Continuação</i></p> <p>Este troço caracteriza-se ainda pela alteração da rocha combinada com a fracturação das camadas, especialmente no topo e na região intermédia do talude.</p>	

ZONA:			
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO 1	DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:3
		ATRITO DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:9
	CASO 2	EROSÃO DIFERENCIAL	PONTUAÇÃO:3
		DIFERENÇA EM PROPORÇÃO DOS NÍVEIS ERODIDOS	PONTUAÇÃO:3
DIÂMETRO DO BLOCO (metros):1,9 ou QUANTIDADE DE MATERIAL DESMORONADO (metros cúbicos):			PONTUAÇÃO:25,7
CARACTERÍSTICAS DO CLIMA:tropical seco			CONSIDERAÇÕES GERAIS: Níveis baixos de precipitações. O regime das temperaturas é muito irregular, longos meses de estação seca onde a precipitação pode ser nula. Sem períodos de gelo/degelo.
PRESENÇA DE ÁGUA NO TALUDE: Este talude não apresenta nenhuma humidade.			
CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO:			PONTUAÇÃO:3
MEDIDAS EXISTENTES DE ESTABILIZAÇÃO E/OU PROTECÇÃO:			PONTUAÇÃO:81
HISTÓRIA DE DESMORONAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS:			PONTUAÇÃO:3
PONTUAÇÃO TOTAL:495,5		PERCENTAGEM:33,0	